

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального
образования

«Уральский государственный университет им. А.М. Горького»

ИОНЦ «Нанотехнологии и перспективные материалы».

Химический факультет

Кафедра физической химии

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

**МЕТОДЫ АТТЕСТАЦИИ СВОЙСТВ УЛЬТРА – И
НАНОДИСПЕРСНЫХ И КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ.**

**Екатеринбург
2008**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Уральский государственный университет им. А.М. Горького»

Химический факультет
Кафедра физической химии

**МЕТОДЫ АТТЕСТАЦИИ СВОЙСТВ УЛЬТРА – И
НАНОДИСПЕРСНЫХ И КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ**

Программа специальной дисциплины

(Стандарт ПД-СД)

Екатеринбург

2008

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ИОНЦ
«Нанотехнологии и
перспективные материалы»

(подпись) В.А.Черепанов

(дата)

Программа дисциплины «Методы аттестации свойств ультра – и нанодисперсных и керамических материалов» составлена в соответствии с требованиями регионального компонента к обязательному минимуму содержания и уровню подготовки бакалавра по направлению химия 510500, физика 010700.62,

специалиста по специальности химия 011000, физика 010700.65

по циклу «Общепрофессиональных и специальных дисциплин» государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования.

Семестр 9

Общая трудоемкость дисциплины 86

В том числе:

лекций – 8

семинаров – 2

практических (лабораторных) работ – 26.

Контрольные мероприятия:

рефераты – 0,

контрольные работы – 0

Составители (разработчики)

Вылков Алексей Ильич, кандидат химических наук, ассистент кафедры физической химии, Уральский государственный университет;

Цветков Дмитрий Сергеевич, ведущий инженер кафедры физической химии, Уральский государственный университет.

Рекомендовано к печати протоколом заседания

Экспертно-конкурсной комиссии ИОНЦ «Нанотехнологии и перспективные материалы»

от _____ № _____
(дата)

(дата)

© Уральский государственный университет
© Вылков А. И., Цветков Д. С., составление, 2008

I. ВВЕДЕНИЕ

Цель дисциплины. Ультра – и нанодисперсные и керамические материалы – основа современной техники находят огромное практическое использование в различных областях современной техники (радиоэлектронике, оптике, энергетике и т.л.). Современный специалист в области материаловедения должен иметь знания о методах получения, структуре химических и физических свойствах твердых оксидов, методах их исследования. Данный раздел знаний находится на стыке двух фундаментальных наук: физики и химии твердого состояния. В результате современная физическая химия оперирует как понятиями классической химии (химическая связь, химический состав, реакции и т.п.), так и понятиями физики (дефекты в электронной и атомной структурах). состоянии.

Задачи дисциплины – дать студентам основы современных методов синтеза и аттестации ультра- и нанодисперсных и керамических материалов. Ознакомить с современным состоянием проблем формирования свойств материалов на основе твердых материалов для различных современных приборов и устройств.

Место дисциплины в системе высшего профессионального образования. Специалист в области физической химии твёрдого состояния и материаловедения должен хорошо представлять современные методы синтеза и аттестации перспективных (ультра- и нанодисперсных материалов, а также керамики) материалов. Данная дисциплина позволяет специалисту сознательно подходить к синтезу, термической обработке и получению материалов с прогнозированными свойствами.

Требования к уровню освоения содержания курса. Успешное освоение студентами данного курса возможно лишь при условии хорошей подготовки их по математике, физической химии, кристаллохимии. Эти

дисциплины являются базовыми по отношению к данному курсу, который преподается в соответствии с данной рабочей программой.

Методическая новизна курса. Для лучшего освоения материала студентам предлагается выполнить 6 лабораторных работ на современном оборудовании. Студентам предоставляется возможность проделать весь путь от синтеза материала и исследования его свойств до получения керамического изделия из него. Лабораторные занятия проводятся в научных лабораториях кафедры физической химии.

II. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

1. Темы и разделы курса. Их краткое содержание.

Тема 1. Синтез ультрадисперсных материалов и нанопорошков

Основные методы синтеза ультрадисперсных материалов и нанопорошков. Газофазный синтез, основные закономерности, размеры частиц, примеры, использование прекурсоров в газофазном синтезе. Плазмохимический синтез, использование в технологии нанопорошков, основные закономерности, преимущества, недостатки. Осаждение из коллоидных растворов, основные закономерности, способы предотвращения агрегирования порошков, примеры синтеза. Термическое разложение и восстановление, способы осуществления, используемые восстановители, режимы проведения синтеза. Механосинтез, детонационный синтез и электровзрыв, особенности применения диспергационных методов по сравнению с конденсационными. Параметры нанопорошков, получаемых диспергационными методами.

Тема 2. Рентгеновский фазовый и структурный анализ

Спектры испускания рентгеновских лучей. Тормозное излучение и характеристических спектр. Поглощение рентгеновских лучей веществом. Рассеивание рентгеновских лучей. Эффект Комптона. Фотоэффект. Дифракция рентгеновских лучей. Уравнение Вульфа-Брэггов. Качественный

фазовый анализ. Использование картотека JCPDS. Ручной качественный фазовый анализ. Анализ с использованием указателя Ханавальта. Анализ с использованием указателя Финка. Количественный рентгеновский анализ. Метод внутреннего стандарта. Метод внешнего стандарта. Погрешности метода РФА. Элементы кристаллографии. Группы симметрии. Решётки Бравэ. Элементы симметрии. Индексы плоскостей. Индицирование рентгенограммы. Программы McMaille и Celref.

Тема 3. Методы термического анализа.

Термогравиметрия. Изотермический режим, политермический режим. Схема термовесов. Использование ДСК. Определение тепловых эффектов процессов. Исследование кислородной нестехиометрии оксидов методом ТГА. Определение абсолютной нестехиометрии методом восстановления в токе водорода. Дилатометрия. Типы дилатометров. Дилатометры механические, компараторные, оптические. Схема механического дилатометра Netzsch. Спекание керамики. Основные механизмы спекания, формы кривых спекания при различных механизмах спекания керамики. Спекание в изотермическом и политермическом режиме. Термическое расширение материалов. Коэффициенты термического линейного и объёмного расширения, связь между ними. Фазовые переходы 1-го и 2-го рода и их определение по дилатометрическим кривым.

Тема.4. Электрофизические методы исследования.

Теоретические основы электрофизических методов исследования. Основное уравнение переноса. Диффузия. Ионная проводимость, электронная проводимость. Электропроводность сложных оксидов. Числа переноса дефектов. Электролиты и смешанные проводники. Температурная зависимость электропроводности в случае разных механизмов переноса заряда. Поляронная проводимость. Связь дефектной структуры оксида и электрофизических свойств. Методы измерения электропроводности: на постоянном и переменном токе, 2-х, 3-х и 4-х контактные. Достоинства и

недостатки различных способов измерения электропроводности. Измерение термо-ЭДС. Связь знака термо-ЭДС и знака основных носителей заряда. Описание установки для экспериментального изучения зависимости электропроводности и термо-ЭДС от парциального давления кислорода и температуры. Использование твёрдых электролитов для контроля состава газовых сред. Определение парциальных проводимостей и чисел переноса дефектов. Метод Тубандта. Метод кислородной проницаемости. Уравнение Вагнера для процесса переноса кислорода через смешанный кислородно-электронный проводник. Хроматографический метод. Метод ЭДС. Поляризационный метод.

Перечень контрольных вопросов для самостоятельной работы

1. Основные методы синтеза ультрадисперсных материалов и нанопорошков.
2. Газофазный синтез, основные закономерности, размеры частиц, примеры, использование прекурсоров в газофазном синтезе.
3. Плазмохимический синтез, использование в технологии нанопорошков, основные закономерности, преимущества, недостатки.
4. Осаждение из коллоидных растворов, основные закономерности, способы предотвращения агрегирования порошков, примеры синтеза.
5. Термическое разложение и восстановление, способы осуществления, используемые восстановители, режимы проведения синтеза.
6. Механосинтез, детонационный синтез и электровзрыв, особенности применения диспергационных методов по сравнению с конденсационными.
7. Параметры нанопорошков, получаемых диспергационными методами.
8. Спектры испускания рентгеновских лучей.
9. Тормозное излучение и характеристический спектр.
10. Поглощение рентгеновских лучей веществом.
11. Рассеивание рентгеновских лучей.
12. Эффект Комптона.
13. Фотоэффект.
14. Дифракция рентгеновских лучей. Уравнение Вульфа-Брэггов.
15. Качественный фазовый анализ. Использование картотека JCPDS.
16. Анализ с использованием указателя Ханавальта. Анализ с использованием указателя Финка.
17. Количественный рентгеновский анализ. Метод внутреннего стандарта. Метод внешнего стандарта. Погрешности метода РФА.
18. Группы симметрии. Решётки Бравэ. Элементы симметрии. Индексы плоскостей.

19. Индицирование рентгенограммы. Программы McMaille и Celref.
20. Термогравиметрия. Изотермический режим, политермический режим.
Схема термовесов.
21. Использование ДСК. Определение тепловых эффектов процессов.
22. Исследование кислородной нестехиометрии оксидов методом ТГА.
23. Определение абсолютной нестехиометрии методом восстановления в токе водорода.
24. Дилатометрия. Типы дилатометров. Дилатометры механические, компараторные, оптические.
25. Спекание керамики.
26. Основные механизмы спекания, формы кривых спекания при различных механизмах спекания керамики.
27. Спекание в изотермическом и политермическом режиме.
28. Термическое расширение материалов. Коэффициенты термического линейного и объёмного расширения, связь между ними.
29. Фазовые переходы 1-го и 2-го рода и их определение по дилатометрическим кривым.
30. Теоретические основы электрофизических методов исследования.
31. Основное уравнение переноса.
32. Диффузия.
33. Электропроводность.
34. Ионная проводимость, электронная проводимость.
35. Электропроводность сложных оксидов.
36. Числа переноса дефектов.
37. Электролиты и смешанные проводники.
38. Температурная зависимость электропроводности в случае разных механизмов переноса заряда.
39. Поляронная проводимость.
40. Связь дефектной структуры оксида и электрофизических свойств.

41. Методы измерения электропроводности: на постоянном и переменном токе, 2-х, 3-х и 4-х контактные.
42. Достоинства и недостатки различных способов измерения электропроводности.
43. Измерение термо-ЭДС. Связь знака термо-ЭДС и знака основных носителей заряда.
44. Использование твёрдых электролитов для контроля состава газовых сред.
45. Определение парциальных проводимостей и чисел переноса дефектов.
46. Метод Тубандта.
47. Метод кислородной проницаемости.
48. Теория Вагнера для процесса переноса кислорода через смешанный кислородно-электронный проводник.
49. Хроматографический метод.
50. Метод ЭДС.
51. Поляризационный метод.
52. Метод Вагнера.
53. Диаграммы Броуэра.
54. Уравнение Нернста-Эйнштейна.
55. Совместный перенос массы и заряда.
56. Гомогенная и гетерогенная термо-ЭДС.
57. Термо-ЭДС полупроводника n -типа и p -типа.
58. Зависимость электропроводности и коэффициента Зеебека от парциального давления кислорода.
59. Графическое определение парциальных коэффициентов термо-ЭДС.

Тесты для самоконтроля.

1. Термогравиметрия – это	
1. метод термического анализа, основанный на регистрации зависимости длины образца от температуры и состава газовой фазы	2. метод термического анализа, основанный на регистрации зависимости веса образца от температуры и состава газовой фазы
3. метод термического анализа, основанный на регистрации зависимости массы образца от температуры и состава газовой фазы	4. метод термического анализа, основанный на регистрации зависимости нестехиометрии образца от температуры и состава газовой фазы

Ответ: 3.

2. Дилатометрия – это	
1. метод термического анализа, основанный на регистрации зависимости длины образца от температуры и состава газовой фазы	2. метод термического анализа, основанный на регистрации зависимости веса образца от температуры и состава газовой фазы
3. метод термического анализа, основанный на регистрации зависимости массы образца от температуры и состава газовой фазы	4. метод термического анализа, основанный на регистрации зависимости нестехиометрии образца от температуры и состава газовой фазы

Ответ: 1.

3. Истинный коэффициент теплового линейного расширения может быть выражен так	
1. $\alpha(T) = \frac{1}{L_0} \cdot \frac{\partial L(T)}{\partial T}$	2. $\alpha(T) = \frac{1}{L(T)} \cdot \frac{\partial L(T)}{\partial T}$
3. $\alpha(T) = \frac{1}{L_0} \left[\frac{L - L_0}{T - T_0} \right]$	4. $\alpha(T) = \frac{1}{L(T)} \cdot \frac{\Delta L(T)}{\Delta T}$

Ответ: 2.

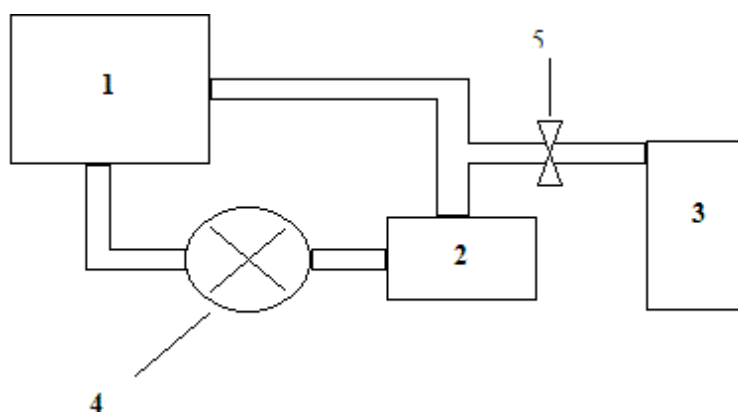
4. Изменение относительной кислородной нестехиометрии при переходе от $P_{O_2}^{(1)}, T^{(1)}$ к $P_{O_2}^{(2)}, T^{(2)}$ ($\Delta m_{обр}$, m_0 , $M_{обр}^0$, M_O - изменение массы образца, исходная масса образца, исходная молярная масса образца и молярная масса кислорода, соответственно):	
1. $\delta = \frac{m_0}{\Delta m_{обр}} \cdot \frac{M_O}{M_{обр}^0}$	2. $\delta = \frac{\Delta m_{обр}}{m_0} \cdot \frac{M_O}{M_{обр}^0}$
3. $\Delta \delta = \frac{m_0}{\Delta m_{обр}} \cdot \frac{M_{обр}^0}{M_O}$	4. $\Delta \delta = \frac{\Delta m_{обр}}{m_0} \cdot \frac{M_{обр}^0}{M_O}$

Ответ: 4.

5. Движущей силой процессов спекания является	
1. избыточная поверхностная энергия (спекание ведет к её уменьшению)	2. недостаточная поверхностная энергия (спекание ведет к её увеличению)
3. равновесная поверхностная энергия (спекание ведет к её постоянству)	4. неравновесная поверхностная энергия (спекание ведет к её изменению)

Ответ: 1.

6. Блок-схема экспериментальной установки для определения кислородной нестехиометрии.



Цифрами обозначены:

1. 1 – термовесы Netzsch STA 409 PC, 2 – генератор водорода, 3 – циркуляционный мембранный насос, 4 – блок контроля парциального давления кислорода, 5 – вентиль	2. 1 – термовесы Netzsch STA 409 PC, 2 – генератор водорода, 3 – блок контроля парциального давления кислорода, 4 – циркуляционный мембранный насос, 5 – вентиль
3. 1 – термовесы Netzsch STA 409 PC, 2 – блок контроля парциального давления кислорода, 3 – циркуляционный мембранный насос, 4 – генератор водорода, 5 – вентиль	4. 1 – термовесы Netzsch STA 409 PC, 2 – блок контроля парциального давления кислорода, 3 – генератор водорода, 4 – циркуляционный мембранный насос, 5 – вентиль

Ответ: 4.

7. Расчет абсолютной нестехиометрии исследуемых образцов при определённых T и P_{O_2} осуществляется по формуле (M , M_O , $m_{T,P_{O_2}}$, $M_{восст}$, $m_{восст}$ – молярная масса исследуемого оксида в стехиометрическом состоянии, молярная масса кислорода, масса оксида при T и P_{O_2} , молярная масса продуктов восстановления и масса продуктов восстановления, соответственно):

1. $\delta_{T,P_{O_2}} = \frac{M}{M_O} + \frac{m_{T,P_{O_2}} m_{восст}}{M_{восст} M_O}$	2. $\delta_{T,P_{O_2}} = \frac{M}{M_O} + \frac{m_{T,P_{O_2}} m_{восст}}{M_{восст} M_O}$
3. $\delta_{T,P_{O_2}} = \frac{M}{M_O} - \frac{m_{T,P_{O_2}} M_{восст}}{m_{восст} M_O}$	4. $\delta_{T,P_{O_2}} = \frac{M_{восст}}{M_O} - \frac{m_{T,P_{O_2}} M_{восст}}{m_{восст} M_O}$

Ответ: 3.

8. Газофазный синтез – это	
1. Способ получения наночастиц с помощью коллоидных растворов заключающийся в их синтезе из исходных реагентов раствора и прерывании реакции в определенный момент времени, после чего дисперсная система переводится из жидкого коллоидного состояния в дисперсное твердое.	2. Испарение металла, сплава или полупроводника при контролируемой температуре в атмосфере инертного газа низкого давления с последующей конденсацией пара вблизи холодной поверхности или на ней
3. Взрыв проводника при прохождении по нему мощного импульса тока длительностью с и плотностью 104—106 А/мм ² с последующей конденсацией в инертной среде или среде, содержащей реагенты.	4. Разложение сложных элементо- и металлоорганических соединений, гидроксидов, карбониллов, формиатов, нитратов, оксалатов, амидов и имидов металлов, которое протекает при определенной температуре с образованием синтезируемого вещества и выделением газовой фазы

Ответ: 2.

9. Осаждение из коллоидных растворов – это	
1. Испарение металла, сплава или полупроводника при контролируемой температуре в атмосфере инертного газа низкого давления с последующей конденсацией пара вблизи холодной поверхности или на ней	2. Разложение сложных элементо- и металлоорганических соединений, гидроксидов, карбониллов, формиатов, нитратов, оксалатов, амидов и имидов металлов, которое протекает при определенной температуре с образованием синтезируемого вещества и выделением газовой фазы
3. Взрыв проводника при прохождении по нему мощного импульса тока длительностью с и плотностью 104—106 А/мм ² с последующей конденсацией в инертной среде или среде, содержащей реагенты.	4. Способ получения наночастиц с помощью коллоидных растворов заключающийся в их синтезе из исходных реагентов раствора и прерывании реакции в определенный момент времени, после чего дисперсная система переводится из жидкого коллоидного состояния в дисперсное твердое.

Ответ: 4.

10. Термическое разложение – это	
1. Разложение сложных элементо- и металлоорганических соединений, гидроксидов, карбониллов, формиатов, нитратов, оксалатов, амидов и имидов металлов, которое протекает при определенной температуре с образованием синтезируемого вещества и выделением газовой фазы	2. Взрыв проводника при прохождении по нему мощного импульса тока длительностью с и плотностью 104—106 А/мм ² с последующей конденсацией в инертной среде или среде, содержащей реагенты.
3. Способ получения наночастиц с помощью коллоидных растворов заключающийся в их синтезе из исходных реагентов раствора и прерывании реакции в определенный момент времени, после чего дисперсная система переводится из жидкого коллоидного состояния в дисперсное твердое.	4. Испарение металла, сплава или полупроводника при контролируемой температуре в атмосфере инертного газа низкого давления с последующей конденсацией пара вблизи холодной поверхности или на ней

Ответ: 1.

11. Электровзрыв – это	
1. Разложение сложных элементо- и металлоорганических соединений, гидроксидов, карбониллов, формиатов, нитратов, оксалатов, амидов и имидов металлов, которое протекает при определенной температуре с образованием синтезируемого вещества и выделением газовой фазы	2. Испарение металла, сплава или полупроводника при контролируемой температуре в атмосфере инертного газа низкого давления с последующей конденсацией пара вблизи холодной поверхности или на ней
3. Взрыв проводника при прохождении по нему мощного импульса тока длительностью с и плотностью 104—106 А/мм2 с последующей конденсацией в инертной среде или среде, содержащей реагенты.	4. Способ получения наночастиц с помощью коллоидных растворов заключающийся в их синтезе из исходных реагентов раствора и прерывании реакции в определенный момент времени, после чего дисперсная система переводится из жидкого коллоидного состояния в дисперсное твердое.

Ответ: 3.

12. Плотность потока частиц сорта $i - j_i$ определяется так ($\mu_i = \mu_i^0 + kT \ln C_i$ – химический потенциал частиц i -го сорта, x – координата, $z_i e$ – заряд частицы, C_i – концентрация частиц i -го сорта, Q_i^* – теплота переноса частиц сорта i , k – постоянная Больцмана, D_i – коэффициент самодиффузии, σ_i – парциальная электропроводность частиц i -го сорта):	
1. $j_i = -\frac{\sigma_i}{z_i e} \left[\frac{\partial \mu_i}{\partial x} + z_i e \frac{\partial \phi_i}{\partial x} + \frac{Q_i^*}{T} \frac{\partial T}{\partial x} \right]$	2. $j_i = -\frac{\sigma_i}{(z_i e)^2} \left[\frac{\partial \mu_i}{\partial x} + \frac{\partial \phi_i}{\partial x} + \frac{Q_i^*}{T} \frac{\partial T}{\partial x} \right]$
3. $j_i = -\frac{\sigma_i}{(z_i e)^2} \left[\frac{\partial \mu_i}{\partial x} + (z_i e)^2 \frac{\partial \phi_i}{\partial x} + \frac{Q_i^*}{T} \frac{\partial T}{\partial x} \right]$	4. $j_i = -\frac{\sigma_i}{(z_i e)^2} \left[\frac{\partial \mu_i}{\partial x} + z_i e \frac{\partial \phi_i}{\partial x} + \frac{Q_i^*}{T} \frac{\partial T}{\partial x} \right]$

Ответ: 4.

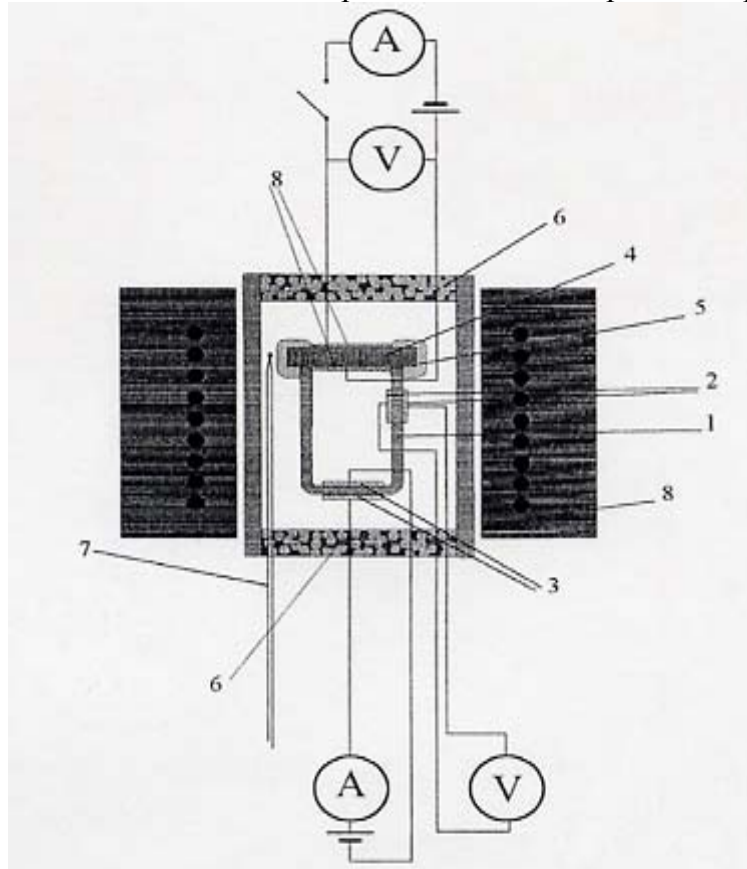
13. Напряжение поляризации U_p определяется так (j – плотность тока, L – толщина образца, σ_i – кислород-ионная электропроводность, t_e – число переноса электронов, τ – время релаксации образца):	
1. $U_p(t) = \frac{jL}{\sigma_i} + \frac{jLt_e}{\sigma_i} \left(\frac{8}{\pi^2} \exp(t/\tau) \right)$	2. $U_p(t) = -\frac{jL}{\sigma_i} + \frac{jLt_e}{\sigma_i} \left(\frac{8}{\pi^2} \exp(-t) \right)$
3. $U_p(t) = -\frac{jL}{\sigma_i} + \frac{jLt_e}{\sigma_i} \left(\frac{8}{\pi^2} \exp(-t/\tau) \right)$	4. $U_p(t) = -\frac{jL}{\sigma_i} + \frac{1}{\sigma_i} \left(\frac{8}{\pi^2} \exp(-t/\tau) \right)$

Ответ: 3.

14. Напряжение деполяризации U_d определяется так (j – плотность тока, L – толщина образца, σ_i – кислород-ионная электропроводность, t_e – число переноса электронов, τ – время релаксации образца):	
1. $U_d(t) = \frac{jLt_e}{\sigma_i} \left(\frac{8}{\pi^2} \exp(t/\tau) \right)$	2. $U_d(t) = -\frac{jLt_e}{\sigma_i} \left(\frac{8}{\pi^2} \exp(-t/\tau) \right)$
3. $U_d(t) = -\frac{jLt_e}{\sigma_i} \left(\frac{8}{\pi^2} \exp(t) \right)$	4. $U_d(t) = -\frac{1}{\sigma_i} \left(\frac{8}{\pi^2} \exp(t/\tau) \right)$

Ответ: 2.

15. Схема ячейки для определения чисел переноса дефектов в оксидном проводнике.

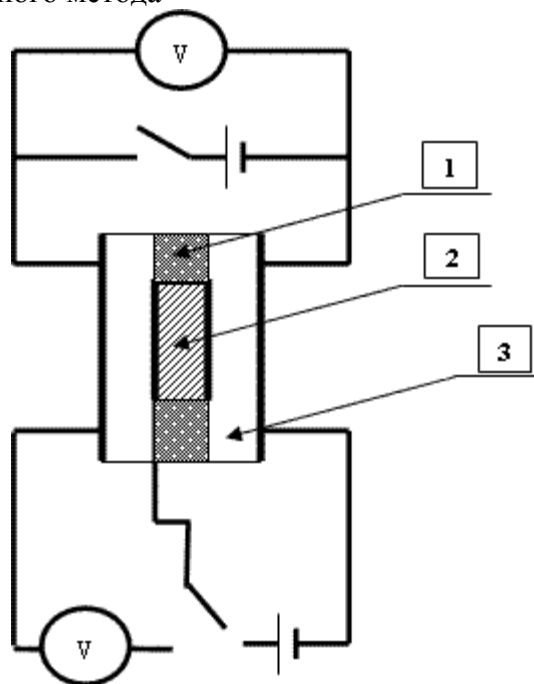


Цифрами обозначены:

1. 1 – пробирка из $Zr_{0.9}Y_{0.1}O_2$; 2 – пористые платиновые электроды кислородного датчика; 3 – пористые платиновые электроды кислородного насоса; 4 – таблетка исследуемого оксида; 5 – высокотемпературное стекло-герметик; 6 – пористая керамическая вставка; 7 – термопара; 8 – пористые платиновые электроды, нанесённые на образец.	2. 1 – пробирка из $Zr_{0.9}Y_{0.1}O_2$; 2 – пористые платиновые электроды кислородного датчика; 3 – пористые платиновые электроды кислородного насоса; 4 – таблетка исследуемого оксида; 5 – пористая керамическая вставка; 6 – высокотемпературное стекло-герметик; 7 – термопара; 8 – пористые платиновые электроды, нанесённые на образец.
3. 1 – пробирка из $Zr_{0.9}Y_{0.1}O_2$; 2 – пористые платиновые электроды кислородного датчика; 3 – пористые платиновые электроды кислородного насоса; 4 – термопара; 5 – высокотемпературное стекло-герметик; 6 – пористая керамическая вставка; 7 – таблетка исследуемого оксида; 8 – пористые платиновые электроды, нанесённые на образец.	4. 1 – пористая керамическая вставка; 2 – пористые платиновые электроды кислородного датчика; 3 – пористые платиновые электроды кислородного насоса; 4 – таблетка исследуемого оксида; 5 – высокотемпературное стекло-герметик; 6 – пробирка из $Zr_{0.9}Y_{0.1}O_2$; 7 – термопара; 8 – пористые платиновые электроды, нанесённые на образец.

Ответ: 1.

16. Схема поляризационного метода



Цифрами обозначены:

1. 1 – высокотемпературное стекло, 2 – таблетка исследуемого оксида, 3 – стабилизированный оксид циркония	2. 1 – стабилизированный оксид циркония, 2 – таблетка исследуемого оксида, 3 – высокотемпературное стекло
3. 1 – таблетка исследуемого оксида, 2 – высокотемпературное стекло, 3 – стабилизированный оксид циркония	4. 1 – высокотемпературное стекло, 2 – стабилизированный оксид циркония, 3 – таблетка исследуемого оксида

Ответ: 1.

17. Уравнение Вульфа-Брэггов (d – межплоскостное расстояние, n – порядок отражения):

1. $d \sin 2\Theta = n\lambda$	2. $2d \sin \Theta = n\lambda$
3. $2d \sin 2\Theta = n\lambda$	4. $d \sin \Theta = n\lambda$

Ответ: 2.

18. Уравнение первого закона Фика:

1. $j_i = D_i \frac{\partial C_i}{\partial x}$	2. $j_i = -\frac{\sigma_i}{(z_i e)^2} \frac{\partial \varphi}{\partial x}$
3. $j_i = -D_i \frac{\partial C_i}{\partial x}$	4. $j_i = -\frac{\sigma_i}{ z_i e} \frac{\partial \varphi}{\partial x}$

Ответ: 3.

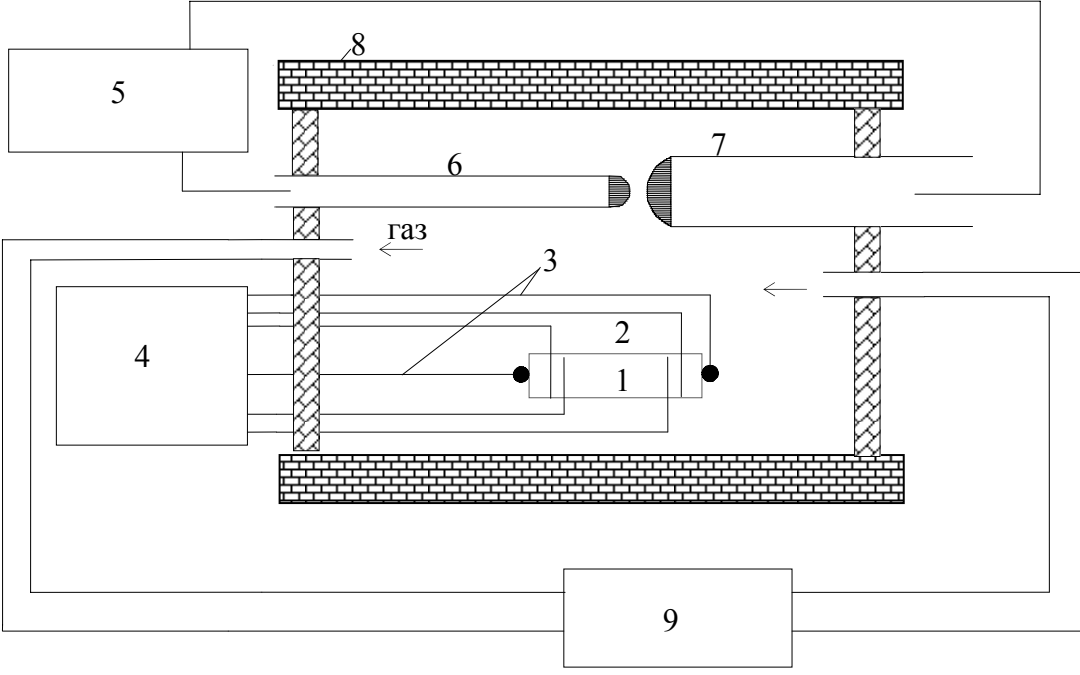
19. Уравнение второго закона Фика:

1. $j_i = D_i \frac{\partial C_i}{\partial x}$	2. $j_i = -\frac{\sigma_i}{(z_i e)^2} \frac{\partial \varphi}{\partial x}$
3. $j_i = -D_i \frac{\partial C_i}{\partial x}$	4. $j_i = -\frac{\sigma_i}{ z_i e} \frac{\partial \varphi}{\partial x}$

Ответ: 4.

20. Уравнение зависимости ионной проводимости от температуры			
1. $\sigma_{\text{ион}} = \frac{A \exp\left(-\frac{\Delta S}{k}\right)}{T} \exp\left(-\frac{E_A}{kT}\right)$	2. $\sigma_{\text{ион}} = \frac{A \exp\left(\frac{\Delta S}{k}\right)}{T} \exp\left(-\frac{E_A + \Delta H}{kT}\right)$		
3. $\sigma_{\text{ион}} = \frac{A \exp\left(\frac{\Delta S}{k}\right)}{T} \exp\left(-\frac{E_A}{kT}\right)$	4. $\sigma_{\text{ион}} = \frac{A \exp\left(-\frac{\Delta S}{k}\right)}{T} \exp\left(-\frac{E_A + \Delta H}{kT}\right)$		

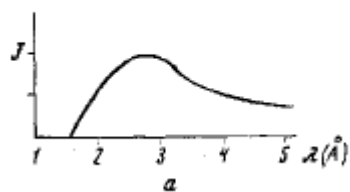
Ответ: 2.

21. Принципиальная схема установки для измерения общей электропроводности и термо-ЭДС исследуемого образца.			
			
Цифрами обозначены:			
1. 1 – исследуемый образец, 2 – платиновые токоподводы, 3 – термопары, 4 – многофункциональный регулятор Zirconia318, 5 – вольтметр, 6 – кислородный датчик, 7 – кислородный насос, 8 – реактор с изолированной газовой атмосферой, размещенный в высокотемпературной печи, 9 – циркуляционный насос.	2. 1 – исследуемый образец, 2 – термопары, 3 – платиновые токоподводы, 4 – вольтметр, 5 – многофункциональный регулятор Zirconia318, 6 – кислородный датчик, 7 – кислородный насос, 8 – реактор с изолированной газовой атмосферой, размещенный в высокотемпературной печи, 9 – циркуляционный насос.		
3. 1 – исследуемый образец, 2 – платиновые токоподводы, 3 – термопары, 4 – вольтметр, 5 – многофункциональный регулятор Zirconia318, 6 – кислородный датчик, 7 – кислородный насос, 8 – реактор с изолированной газовой атмосферой, размещенный в высокотемпературной печи, 9 – циркуляционный насос.	4. 1 – исследуемый образец, 2 – платиновые токоподводы, 3 – термопары, 4 – вольтметр, 5 – циркуляционный насос, 6 – кислородный датчик, 7 – кислородный насос, 8 – реактор с изолированной газовой атмосферой, размещенный в высокотемпературной печи, 9 – многофункциональный регулятор Zirconia318.		

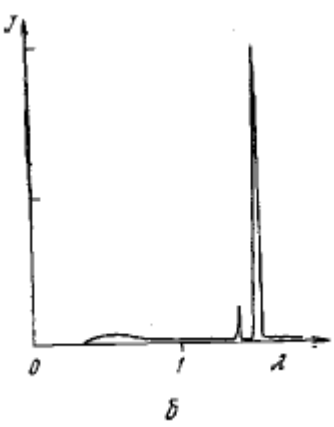
Ответ: 3.

22. Уравнение зависимости электронной проводимости от температуры для квазисвободных электронных дефектов может быть выражено так	
1. $\sigma_{эл} = A'_e T^{\pm 3/2} \exp\left(-\frac{E'_e}{kT}\right) + A'_h T^{\pm 3/2} \exp\left(-\frac{E'_h}{kT}\right)$	2. $\sigma_{ион} = \frac{A \exp\left(\frac{\Delta S}{k}\right)}{T} \exp\left(-\frac{E_A + \Delta H}{kT}\right)$
3. $\sigma_{эл} = A'_e T^{3/2} \exp\left(-\frac{E'_e}{kT}\right) + A'_h T^{3/2} \exp\left(-\frac{E'_h}{kT}\right)$	4. $\sigma_{ион} = \frac{A \exp\left(-\frac{\Delta S}{k}\right)}{T} \exp\left(-\frac{E_A + \Delta H}{kT}\right)$

Ответ: 1.

23. Спектр испускания рентгеновских лучей	
	
1. при напряжении, меньшем напряжения возбуждения	2. при напряжении, большем напряжения возбуждения
3. при напряжении, значительно меньшем напряжения возбуждения	4. при напряжении, равном напряжению возбуждения

Ответ: 1.

24. Спектр испускания рентгеновских лучей	
	
1. при напряжении, меньшем напряжения возбуждения	2. при напряжении, большем напряжения возбуждения
3. при напряжении, значительно большем напряжения возбуждения	4. при напряжении, равном напряжению возбуждения

Ответ: 2.

25. Сколько выведено возможных типов пространственных решеток Браве для разных сингоний?	
1. 12	2. 13
3. 14	4. 15

Ответ: 3.

26. Элементами симметрии являются	
1. центры симметрии, оси симметрии 1-го, 2, 3, 4, 5 и 6-го порядков и плоскости симметрии	2. центры симметрии, оси симметрии 1-го, 2, 3, 4 и 6-го порядков и плоскости симметрии
3. центры симметрии, оси симметрии 1-го, 2, 4, 5 и 6-го порядков и плоскости симметрии	4. центры симметрии, оси симметрии 1-го, 2, 4 и 6-го порядков и плоскости симметрии

Ответ: 2.

27. С какими серийными приборами для анализа газов, выделяющихся в ходе ТГ анализа сопрягаются серийно выпускаемые ТГ анализаторы?	
1. ИК-спектрометр, хроматограф, масс-спектрометр	2. ИК-спектрометр, хроматограф, УФ-спектрометр
3. УФ-спектрометр, хроматограф, масс-спектрометр	4. УФ-спектрометр, хромато-масс-спектрометр

Ответ: 1.

28. Интерференционные дилатометры	
1. используют монохроматические источники света с большой длиной когерентности и высокой стабильностью длины волны излучения и обеспечивают максимальную точность в определении размеров и изменения размеров образцов.	2. используются для измерения линейного коэффициента термического расширения (ЛКТР) образцов больших размеров, в особенности при высоких температурах. В этом случае измеряется разность длин двух мер, одна из которых образец, вторая - исходная мера, у которой известен ЛКТР и ее длина.
3. обязательно содержат промежуточное звено, передающего удлинение. При измерении удлинения на подобных дилатометрах тепловое расширение образца вызывает перемещение рычага, которое механически передается либо стрелке показывающего прибора, либо автоматически регистрируется. Такого типа дилатометры могут работать в атмосфере, вакууме или защитной среде. Механические дилатометры наиболее широко распространены в практике лабораторных и промышленных измерений, так как они более производительны и в большинстве случаев не требуют операторов высокой квалификации.	

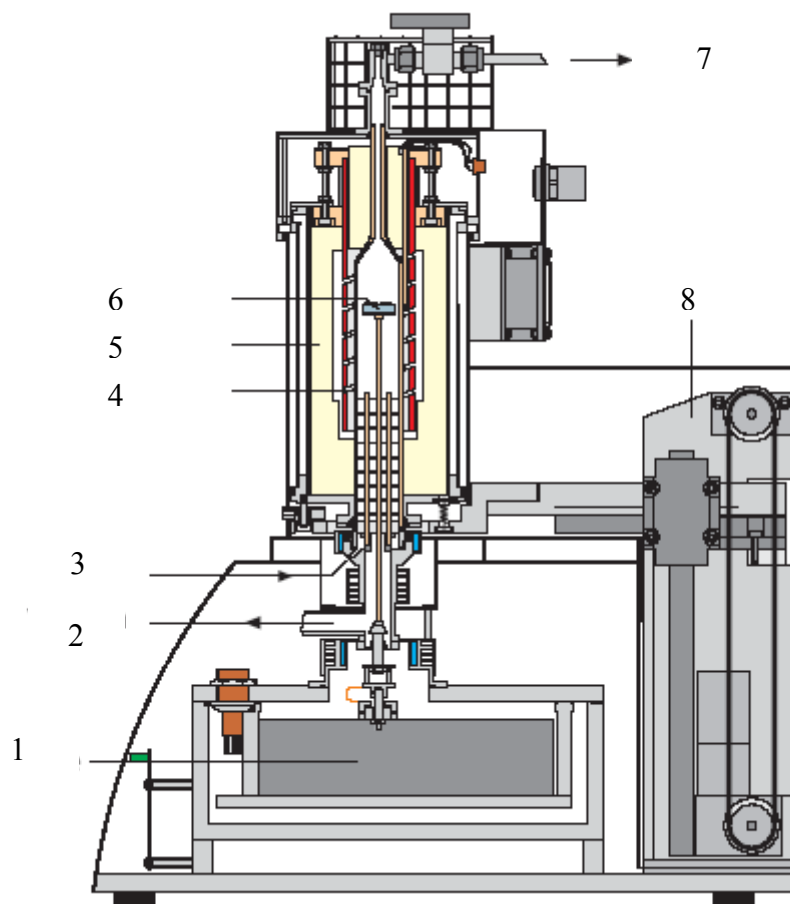
Ответ: 1.

29. Компараторные дилатометры	
1. используют монохроматические источники света с большой длиной когерентности и высокой стабильностью длины волны излучения и обеспечивают максимальную точность в определении размеров и изменения размеров образцов.	2. используются для измерения линейного коэффициента термического расширения (ЛКТР) образцов больших размеров, в особенности при высоких температурах. В этом случае измеряется разность длин двух мер, одна из которых образец, вторая - исходная мера, у которой известен ЛКТР и ее длина.
3. обязательно содержат промежуточное звено, передающего удлинение. При измерении удлинения на подобных дилатометрах тепловое расширение образца вызывает перемещение рычага, которое механически передается либо стрелке показывающего прибора, либо автоматически регистрируется. Такого типа дилатометры могут работать в атмосфере, вакууме или защитной среде. Механические дилатометры наиболее широко распространены в практике лабораторных и промышленных измерений, так как они более производительны и в большинстве случаев не требуют операторов высокой квалификации.	

Ответ: 2.

30. Механические дилатометры.	
1. используют монохроматические источники света с большой длиной когерентности и высокой стабильностью длины волны излучения и обеспечивают максимальную точность в определении размеров и изменения размеров образцов.	2. используются для измерения линейного коэффициента термического расширения (ЛКТР) образцов больших размеров, в особенности при высоких температурах. В этом случае измеряется разность длин двух мер, одна из которых образец, вторая - исходная мера, у которой известен ЛКТР и ее длина.
3. обязательно содержат промежуточное звено, передающего удлинение. При измерении удлинения на подобных дилатометрах тепловое расширение образца вызывает перемещение рычага, которое механически передается либо стрелке показывающего прибора, либо автоматически регистрируется. Такого типа дилатометры могут работать в атмосфере, вакууме или защитной среде. Механические дилатометры наиболее широко распространены в практике лабораторных и промышленных измерений, так как они более производительны и в большинстве случаев не требуют операторов высокой квалификации.	

Ответ: 3.

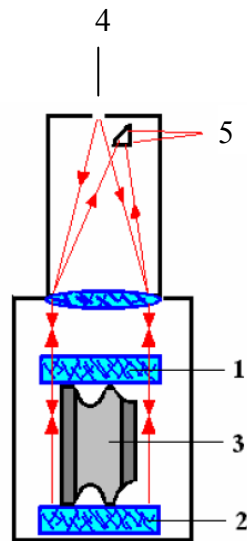


31. Схема термовесов Netzsch STA 409 PC

1. 1 – весовой блок, 2 – выход газа, 3 – ввод газа, 4 – вакуумплотная алундовая защитная труба, 5 – печь, 6 – тигель с образцом, 7 – вакуумный фланец, 8 – механизм подъёма печи	2. 1 – механизм подъёма печи, 2 – вакуумный фланец, 3 – ввод газа, 4 – вакуумплотная алундовая защитная труба, 5 – печь, 6 – тигель с образцом, 7 – выход газа, 8 – весовой блок
3. 1 – весовой блок, 2 – вакуумный фланец, 3 – ввод газа, 4 – печь, 5 – вакуумплотная алундовая защитная труба, 6 – тигель с образцом, 7 – выход газа, 8 – механизм подъёма печи	4. 1 – весовой блок, 2 – вакуумный фланец, 3 – ввод газа, 4 – вакуумплотная алундовая защитная труба, 5 – печь, 6 – тигель с образцом, 7 – выход газа, 8 – механизм подъёма печи

Ответ: 4.

32. Схема интерферометра Физо



1. 1 – интерференционная пластина, 2 – зеркало, 3 – исследуемый образец, 4 – источник света, 5 – детектор.

2. 1,2 – интерференционные пластины, 3 – исследуемый образец, 4 – источник света, 5 – детектор.

3. 1 – интерференционная пластина, 2 – зеркало, 3 – исследуемый образец, 4 – детектор, 5 – источник света.

4. 1,2 – интерференционные пластины, 3 – исследуемый образец, 4 – детектор, 5 – источник света.

Ответ: 2.

33. При спекании происходят процессы усадки твердого тела, изменения формы пор, рост зерен. Под действием капиллярных сил между частицами возникают контактные перешейки, их рост возможен благодаря нескольким механизмам массопереноса:

1. вязкого течения, объемной диффузии, поверхностной диффузии, перенос через газовую фазу, граничная диффузия вдоль границ раздела частиц.

2. вязкого течения, объемной диффузии, поверхностной диффузии, граничная диффузия через границу раздела частиц.

3. вязкого течения, объемной диффузии, поверхностной диффузии, перенос через газовую фазу, граничная диффузия через границу раздела частиц.

4. псевдо-текучего течения, объемной диффузии, поверхностной диффузии, перенос через газовую фазу, граничная диффузия через границу раздела частиц.

Ответ: 1.

34. Средний коэффициент теплового линейного расширения может быть выражен так

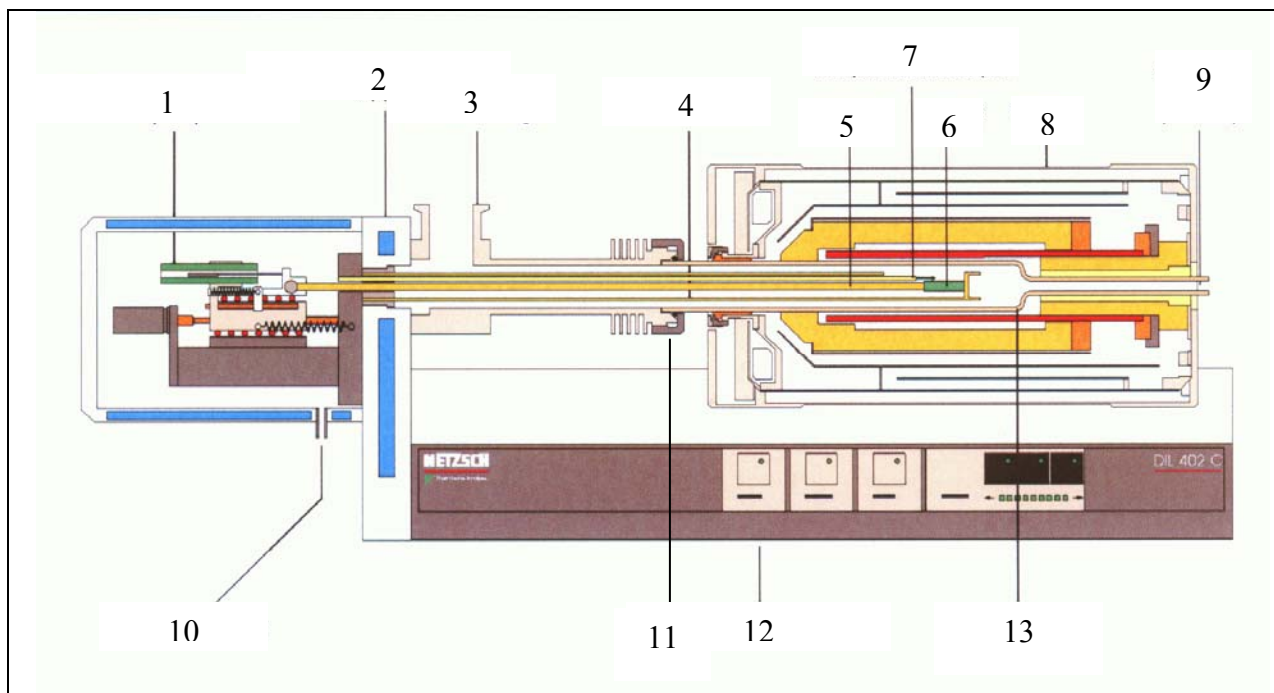
$$1. \alpha_{cp} = \frac{1}{L_0} \cdot \frac{\partial L(T)}{\partial T}$$

$$2. \alpha_{cp} = \frac{1}{L(T)} \cdot \frac{\partial L(T)}{\partial T}$$

$$3. \alpha_{cp} = \frac{1}{L_0} \left[\frac{L - L_0}{T - T_0} \right]$$

$$4. \alpha_{cp} = \frac{1}{L(T)} \cdot \frac{\Delta L(T)}{\Delta T}$$

Ответ: 2.



35. Схема дилатометра серии DIL производства фирмы Netzsch GmbH.

1. 1 – датчик перемещения, 2 – термостатируемый корпус, 3 – вакуумный фланец, 4 – держатель образца, 5 – термопара, 6 – образец, 7 – толкатель, 8 – печь, 9 – выход газа на анализ, 10 – вход газа, 11 – фиксирующая гайка, 12 – основание дилатометра, 13 – вакуум плотная алундовая труба.	2. 1 – датчик перемещения, 2 – термостатируемый корпус, 3 – вакуумный фланец, 4 – держатель образца, 5 – термопара, 6 – образец, 7 – толкатель, 8 – печь, 9 – вход газа, 10 – выход газа на анализ, 11 – фиксирующая гайка, 12 – основание дилатометра, 13 – вакуум плотная алундовая труба.
3. 1 – датчик перемещения, 2 – термостатируемый корпус, 3 – вакуумный фланец, 4 – держатель образца, 5 – толкатель, 6 – образец, 7 – термопара, 8 – печь, 9 – выход газа на анализ, 10 – вход газа, 11 – фиксирующая гайка, 12 – основание дилатометра, 13 – вакуум плотная алундовая труба.	4. 1 – датчик перемещения, 2 – термостатируемый корпус, 3 – вакуумный фланец, 4 – держатель образца, 5 – толкатель, 6 – образец, 7 – термопара, 8 – печь, 9 – вход газа, 10 – выход газа на анализ, 11 – фиксирующая гайка, 12 – основание дилатометра, 13 – вакуум плотная алундовая труба.

Ответ: 3.

36. Средний коэффициент теплового объемного расширения может быть выражен так	
1. $\beta_{cp} = \frac{1}{V_0} \cdot \frac{\partial V(T)}{\partial T}$	2. $\beta_{cp} = \frac{1}{V_1} \left[\frac{V_1 - V_0}{T_1 - T_0} \right]$
3. $\beta_{cp} = \frac{1}{V(T)} \cdot \frac{\partial V(T)}{\partial T}$	4. $\beta_{cp} = \frac{1}{V_0} \left[\frac{V_1 - V_0}{T_1 - T_0} \right]$

Ответ: 4.

37. Истинный коэффициент теплового объемного расширения может быть выражен так	
1. $\beta(T) = \frac{1}{V_0} \cdot \frac{\partial V(T)}{\partial T}$	2. $\beta(T) = \frac{1}{V_1} \left[\frac{V_1 - V_0}{T_1 - T_0} \right]$
3. $\beta(T) = \frac{1}{V(T)} \cdot \frac{\partial V(T)}{\partial T}$	4. $\beta(T) = \frac{1}{V_0} \left[\frac{V_1 - V_0}{T_1 - T_0} \right]$

Ответ: 3.

38. Дилатометры серии DIL производства фирмы Netzsch GmbH принадлежит к следующему типу:	
1. интерференционные дилатометры	2. механические дилатометры
3. компараторные дилатометры	4. другие дилатометры с различными принципами действия, как правило, оптимизированные для специальных задач и использующие преимущественно в исследовательской практике

Ответ: 2.

39. В соответствии с величинами чисел переноса дефектов к твёрдым электролитам относят все проводники с	
1. $\sum t_{\text{ион}} \approx 1$	2. $\sum t_{\text{ион}} < 1 \sum t_{\text{эл}} < 1$
3. $\sum t_{\text{эл}} \approx 1$	4. $\sum t_{\text{эл}} < 1 \sum t_{\text{эл}} > 1$

Ответ: 1.

40. В соответствии с величинами чисел переноса дефектов к электронным проводникам относят все проводники с	
1. $\sum t_{\text{ион}} \approx 1$	2. $\sum t_{\text{ион}} < 1 \sum t_{\text{эл}} < 1$
3. $\sum t_{\text{эл}} \approx 1$	4. $\sum t_{\text{эл}} < 1 \sum t_{\text{эл}} > 1$

Ответ: 3.

41. В соответствии с величинами чисел переноса дефектов к смешанным проводникам относят все проводники с	
1. $\sum t_{\text{ион}} \approx 1$	2. $\sum t_{\text{ион}} < 1 \sum t_{\text{эл}} < 1$
3. $\sum t_{\text{эл}} \approx 1$	4. $\sum t_{\text{эл}} < 1 \sum t_{\text{эл}} > 1$

Ответ: 2.

42. Уравнение зависимости электронной проводимости от температуры для локализованных электронных дефектов может быть выражено так	
1. $\sigma_{\text{эл}} = A'_e T^{\pm 3/2} \exp\left(-\frac{E'_e}{kT}\right) + A'_h T^{\pm 3/2} \exp\left(-\frac{E'_h}{kT}\right)$	2. $\sigma_{\text{ион}} = \frac{A \exp\left(\frac{\Delta S}{k}\right)}{T} \exp\left(-\frac{E_A + \Delta H}{kT}\right)$
3. $\sigma_{\text{эл}} = A'_e T^{3/2} \exp\left(-\frac{E'_e}{kT}\right) + A'_h T^{3/2} \exp\left(-\frac{E'_h}{kT}\right)$	4. $\sigma_{\text{ион}} = \frac{A \exp\left(-\frac{\Delta S}{k}\right)}{T} \exp\left(-\frac{E_A + \Delta H}{kT}\right)$

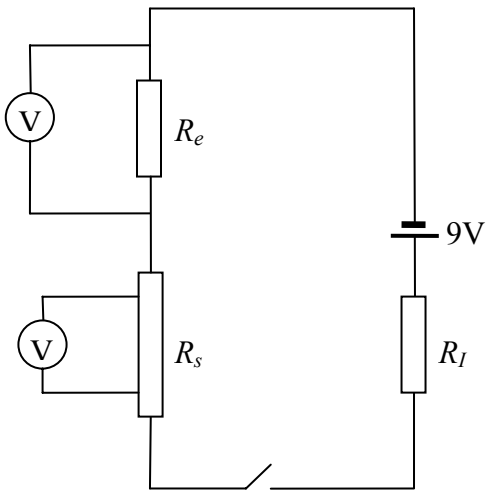
Ответ: 2.

43. Общая электропроводность оксида σ_t является суммой ионной и электронной проводимостей:	
1. $\sigma_t = \sigma_{ион} + \sigma_e$	2. $\sigma_t = \sigma_{ион} - \sigma_e$
3. $\sigma_t = \sigma_{ион} - \sigma_e + \sigma_h$	4. $\sigma_t = \sigma_{ион} + \sigma_e + \sigma_h$

Ответ: 4.

44. Какой метод измерения электронной проводимости высокопроводящего образца с $\sum t_{ион.} \leq 0,05$ на постоянном токе позволяет получить адекватные результаты?	
1. 2-х контактный	2. 3-х контактный
3. 4-х контактный	4. 4-х проводный, 2-х контактный

Ответ: 3.

45. Принципиальная электрическая схема измерения общей электропроводности 4-х контактным методом. На схеме сопротивление исследуемого образца обозначено как	
	
1. R_I	2. R_e
3. R_S	4. $R_{обр}$

Ответ: 3.

46. Если известно, что изучаемый методом кислородной проницаемости образец является электронным проводником, то уравнение для плотности потока кислорода может быть выражено так	
1. $j_{O_2} = -\frac{RT}{16F^2} \sigma_{ион} \frac{d \ln P_{O_2}}{dx}$	2. $j_{O_2} = \frac{RT}{4F} \sigma_{ион} \frac{d \ln P_{O_2}}{dx}$
3. $j_{O_2} = -\frac{RT}{4F} \sigma_{ион} \frac{d \ln P_{O_2}}{dx}$	4. $j_{O_2} = \frac{RT}{4F} \sigma_{ион} \frac{d \ln P_{O_2}}{dx}$

Ответ: 1.

47. В поляризационном методе расчет параметров переноса кислородных вакансий через образец основан на измерении временной зависимости напряжения ячейки типа:	
1. $O_2, Pt ZrO_2 (Y_2O_3) Pt \text{Исслед. оксид} Pt ZrO_2 (Y_2O_3) Pt, O_2$	2. $H_2, Pt \text{Исслед. оксид} Pt ZrO_2 (Y_2O_3) Pt ZrO_2 (Y_2O_3) Pt, O_2$
3. $H_2, Pt ZrO_2 (Y_2O_3) \text{Исслед. оксид} ZrO_2 (Y_2O_3) Pt, O_2$	4. $H_2, Pt ZrO_2 (Y_2O_3) Pt \text{Исслед. оксид} Pt ZrO_2 (Y_2O_3) Pt, O_2$

Ответ: 1.

48. К методам получения ультрадисперсных материалов, связанным с упорядочением частиц на атомарном уровне (методы «снизу вверх») относятся	
1. конденсации паров, плазмохимический синтез, осаждение из коллоидных растворов, термическое разложение	2. конденсации паров, механосинтез, термическое разложение
3. конденсации паров, механосинтез, осаждение из коллоидных растворов, термическое разложение	4. механосинтез, осаждение из коллоидных растворов, термическое разложение

Ответ: 1.

49. К методам получения ультрадисперсных материалов, связанным с диспергированием более крупных объектов (методы «сверху вниз») относятся	
1. плазмохимический синтез, электровзрыв, детонационный синтез	2. механосинтез, электровзрыв, детонационный синтез
3. термическое разложение, электровзрыв, детонационный синтез	4. механосинтез, термическое разложение, электровзрыв, детонационный синтез

Ответ: 2.

50. Механическая обработка твердых смесей, при которой происходят измельчение и пластическая деформация веществ, ускоряется массоперенос, а также осуществляется перемешивание компонентов смеси на атомарном уровне и активируется химическое взаимодействие твердых реагентов – это основа какого метода синтеза?	
1. детонационный синтез	2. осаждение из коллоидных растворов
3. термическое разложение	4. механосинтез

Ответ: 4.

51. Термогравиметрия – это	
1. метод термического анализа, основанный на регистрации зависимости массы образца от температуры и состава газовой фазы	2. метод термического анализа, основанный на регистрации зависимости веса образца от температуры и состава газовой фазы
3. метод термического анализа, основанный на регистрации зависимости длины образца от температуры и состава газовой фазы	4. метод термического анализа, основанный на регистрации зависимости нестехиометрии образца от температуры и состава газовой фазы

Ответ: 1.

52. Дилатометрия – это	
1. метод термического анализа, основанный на регистрации зависимости веса образца от температуры и состава	2. метод термического анализа, основанный на регистрации зависимости длины образца от температуры и состава газовой фазы

газовой фазы	
3. метод термического анализа, основанный на регистрации зависимости массы образца от температуры и состава газовой фазы	4. метод термического анализа, основанный на регистрации зависимости нестехиометрии образца от температуры и состава газовой фазы

Ответ: 2.

53. Истинный коэффициент теплового линейного расширения может быть выражен так	
1. $\alpha(T) = \frac{1}{L_0} \cdot \frac{\partial L(T)}{\partial T}$	2. $\alpha(T) = \frac{1}{L(T)} \cdot \frac{\Delta L(T)}{\Delta T}$
3. $\alpha(T) = \frac{1}{L_0} \left[\frac{L - L_0}{T - T_0} \right]$	4. $\alpha(T) = \frac{1}{L(T)} \cdot \frac{\partial L(T)}{\partial T}$

Ответ: 4.

54. Изменение относительной кислородной нестехиометрии при переходе от $P_{O_2}^{(1)}, T^{(1)}$ к $P_{O_2}^{(2)}, T^{(2)}$ ($\Delta m_{обр}$, m_0 , $M_{обр}^0$, M_O - изменение массы образца, исходная масса образца, исходная молярная масса образца и молярная масса кислорода, соответственно):	
1. $\Delta \delta = \frac{\Delta m_{обр}}{m_0} \cdot \frac{M_{обр}^0}{M_O}$	2. $\delta = \frac{\Delta m_{обр}}{m_0} \cdot \frac{M_O}{M_{обр}^0}$
3. $\Delta \delta = \frac{m_0}{\Delta m_{обр}} \cdot \frac{M_{обр}^0}{M_O}$	4. $\delta = \frac{m_0}{\Delta m_{обр}} \cdot \frac{M_O}{M_{обр}^0}$

Ответ: 1.

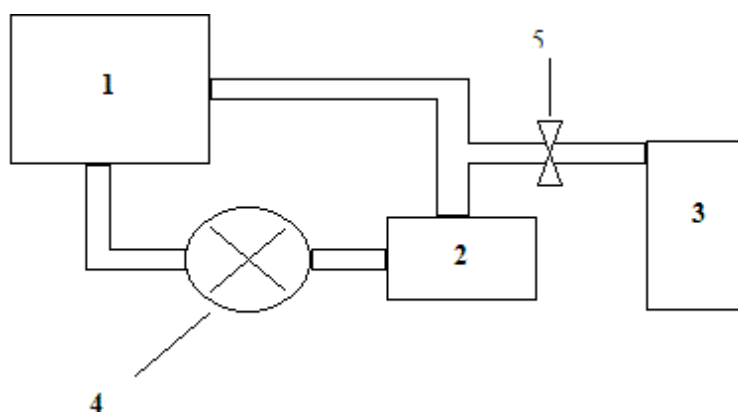
55. Движущей силой процессов спекания является	
1. равновесная поверхностная энергия (спекание ведет к её постоянству)	2. недостаточная поверхностная энергия (спекание ведет к её увеличению)
3. избыточная поверхностная энергия (спекание ведет к её уменьшению)	4. неравновесная поверхностная энергия (спекание ведет к её изменению)

Ответ: 3.

56. Расчет абсолютной нестехиометрии исследуемых образцов при определённых Т и P_{O_2} осуществляется по формуле (M , M_O , $m_{T,P_{O_2}}$, $M_{восст}$, $m_{восст}$ – молярная масса исследуемого оксида в стехиометрическом состоянии, молярная масса кислорода, масса оксида при Т и P_{O_2} , молярная масса продуктов восстановления и масса продуктов восстановления, соответственно):	
1. $\delta_{T,P_{O_2}} = \frac{M}{M_O} + \frac{m_{T,P_{O_2}} m_{восст}}{M_{восст} M_O}$	2. $\delta_{T,P_{O_2}} = \frac{M}{M_O} + \frac{m_{T,P_{O_2}} m_{восст}}{M_{восст} M_O}$
3. $\delta_{T,P_{O_2}} = \frac{M_{восст}}{M_O} - \frac{m_{T,P_{O_2}} M_{восст}}{m_{восст} M_O}$	4. $\delta_{T,P_{O_2}} = \frac{M}{M_O} - \frac{m_{T,P_{O_2}} M_{восст}}{m_{восст} M_O}$

Ответ: 4.

57. Блок-схема экспериментальной установки для определения кислородной нестехиометрии.



Цифрами обозначены:

1. 1 – термовесы Netzsch STA 409 PC, 2 – генератор водорода, 3 – циркуляционный мембранный насос, 4 – блок контроля парциального давления кислорода, 5 – вентиль	2. 1 – термовесы Netzsch STA 409 PC, 2 – блок контроля парциального давления кислорода, 3 – генератор водорода, 4 – циркуляционный мембранный насос, 5 – вентиль
3. 1 – термовесы Netzsch STA 409 PC, 2 – блок контроля парциального давления кислорода, 3 – циркуляционный мембранный насос, 4 – генератор водорода, 5 – вентиль	4. 1 – термовесы Netzsch STA 409 PC, 2 – генератор водорода, 3 – блок контроля парциального давления кислорода, 4 – циркуляционный мембранный насос, 5 – вентиль

Ответ: 2.

58. Газофазный синтез – это	
2. Испарение металла, сплава или полупроводника при контролируемой температуре в атмосфере инертного газа низкого давления с последующей конденсацией пара вблизи холодной поверхности или на ней	1. Способ получения наночастиц с помощью коллоидных растворов заключающийся в их синтезе из исходных реагентов раствора и прерывании реакции в определенный момент времени, после чего дисперсная система переводится из жидкого коллоидного состояния в дисперсное твердое.
3. Взрыв проводника при прохождении по нему мощного импульса тока длительностью с и плотностью 10^4 — 10^6 А/мм ² с последующей конденсацией в инертной среде или среде, содержащей реагенты.	4. Разложение сложных элементо- и металлоорганических соединений, гидроксидов, карбониллов, формиатов, нитратов, оксалатов, амидов и имидов металлов, которое протекает при определенной температуре с образованием синтезируемого вещества и выделением газовой фазы

Ответ: 1.

59. Осаждение из коллоидных растворов – это	
1. Испарение металла, сплава или полупроводника при контролируемой температуре в атмосфере инертного газа низкого давления с последующей конденсацией пара вблизи холодной поверхности или на ней	2. Разложение сложных элементо- и металлоорганических соединений, гидроксидов, карбониллов, формиатов, нитратов, оксалатов, амидов и имидов металлов, которое протекает при определенной температуре с образованием синтезируемого вещества и выделением газовой фазы
3. Способ получения наночастиц с помощью коллоидных растворов заключающийся в их синтезе из исходных реагентов раствора и прерывании реакции в определенный момент времени, после чего дисперсная система переводится из жидкого коллоидного состояния в дисперсное твердое.	4. Взрыв проводника при прохождении по нему мощного импульса тока длительностью с и плотностью 10^4 — 10^6 А/мм ² с последующей конденсацией в инертной среде или среде, содержащей реагенты.

Ответ: 3.

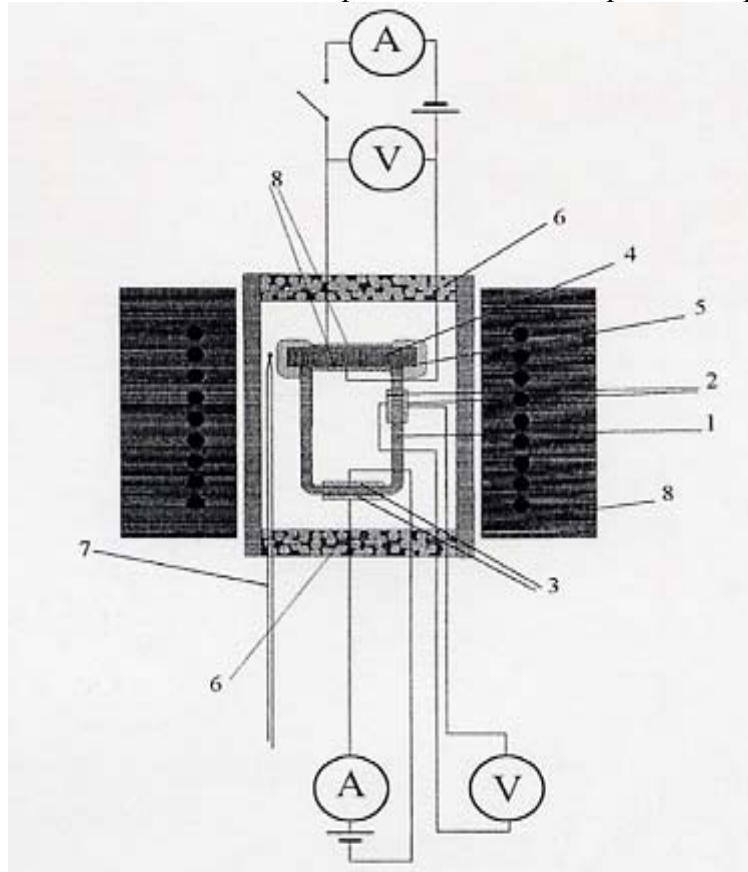
60. Термическое разложение – это	
1. Способ получения наночастиц с помощью коллоидных растворов заключающийся в их синтезе из исходных реагентов раствора и прерывании реакции в определенный момент времени, после чего дисперсная система переводится из жидкого коллоидного состояния в дисперсное твердое.	2. Взрыв проводника при прохождении по нему мощного импульса тока длительностью с и плотностью 10^4 — 10^6 А/мм ² с последующей конденсацией в инертной среде или среде, содержащей реагенты.
3. Разложение сложных элементо- и металлоорганических соединений, гидроксидов, карбониллов, формиатов, нитратов, оксалатов, амидов и имидов металлов, которое протекает при определенной температуре с образованием синтезируемого вещества и выделением газовой фазы	4. Испарение металла, сплава или полупроводника при контролируемой температуре в атмосфере инертного газа низкого давления с последующей конденсацией пара вблизи холодной поверхности или на ней

Ответ: 3.

61. Электровзрыв – это	
1. Разложение сложных элементо- и металлоорганических соединений, гидроксидов, карбониллов, формиатов, нитратов, оксалатов, амидов и имидов металлов, которое протекает при определенной температуре с образованием синтезируемого вещества и выделением газовой фазы	2. Испарение металла, сплава или полупроводника при контролируемой температуре в атмосфере инертного газа низкого давления с последующей конденсацией пара вблизи холодной поверхности или на ней
3. Способ получения наночастиц с помощью коллоидных растворов заключающийся в их синтезе из исходных реагентов раствора и прерывании реакции в определенный момент времени, после чего дисперсная система переводится из жидкого коллоидного состояния в дисперсное твердое.	4. Взрыв проводника при прохождении по нему мощного импульса тока длительностью с и плотностью 10^4 — 10^6 А/мм ² с последующей конденсацией в инертной среде или среде, содержащей реагенты.

Ответ: 4.

62. Схема ячейки для определения чисел переноса дефектов в оксидном проводнике.



Цифрами обозначены:

1. 1 – пористая керамическая вставка; 2 – пористые платиновые электроды кислородного датчика; 3 – пористые платиновые электроды кислородного насоса; 4 – таблетка исследуемого оксида; 5 – высокотемпературное стекло-герметик; 6 – пробирка из $Zr_{0.9}Y_{0.1}O_2$; 7 – термопара; 8 – пористые платиновые электроды, нанесённые на образец.	2. 1 – пробирка из $Zr_{0.9}Y_{0.1}O_2$; 2 – пористые платиновые электроды кислородного датчика; 3 – пористые платиновые электроды кислородного насоса; 4 – таблетка исследуемого оксида; 5 – пористая керамическая вставка; 6 – высокотемпературное стекло-герметик; 7 – термопара; 8 – пористые платиновые электроды, нанесённые на образец.
3. 1 – пробирка из $Zr_{0.9}Y_{0.1}O_2$; 2 – пористые платиновые электроды кислородного датчика; 3 – пористые платиновые электроды кислородного насоса; 4 – термопара; 5 – высокотемпературное стекло-герметик; 6 – пористая керамическая вставка; 7 – таблетка исследуемого оксида; 8 – пористые платиновые электроды, нанесённые на образец.	4. 1 – пробирка из $Zr_{0.9}Y_{0.1}O_2$; 2 – пористые платиновые электроды кислородного датчика; 3 – пористые платиновые электроды кислородного насоса; 4 – таблетка исследуемого оксида; 5 – высокотемпературное стекло-герметик; 6 – пористая керамическая вставка; 7 – термопара; 8 – пористые платиновые электроды, нанесённые на образец.

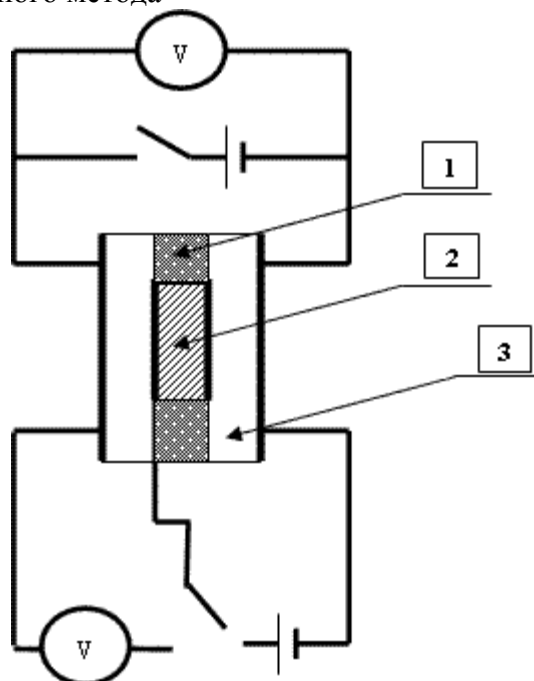
Ответ: 4.

63. Плотность потока частиц сорта $i - j_i$ определяется так ($\mu_i = \mu_i^0 + kT \ln C_i$ – химический потенциал частиц i -го сорта, x – координата, $z_i e$ – заряд частицы, C_i – концентрация частиц i -го сорта, Q_i^* – теплота переноса частиц сорта i , k – постоянная Больцмана, D_i – коэффициент самодиффузии, σ_i – парциальная электропроводность частиц i -го сорта):

1. $j_i = -\frac{\sigma_i}{z_i e} \left[\frac{\partial \mu_i}{\partial x} + z_i e \frac{\partial \varphi_i}{\partial x} + \frac{Q_i^*}{T} \frac{\partial T}{\partial x} \right]$	2. $j_i = -\frac{\sigma_i}{(z_i e)^2} \left[\frac{\partial \mu_i}{\partial x} + \frac{\partial \varphi_i}{\partial x} + \frac{Q_i^*}{T} \frac{\partial T}{\partial x} \right]$
3. $j_i = -\frac{\sigma_i}{(z_i e)^2} \left[\frac{\partial \mu_i}{\partial x} + z_i e \frac{\partial \varphi_i}{\partial x} + \frac{Q_i^*}{T} \frac{\partial T}{\partial x} \right]$	4. $j_i = -\frac{\sigma_i}{(z_i e)^2} \left[\frac{\partial \mu_i}{\partial x} + (z_i e)^2 \frac{\partial \varphi_i}{\partial x} + \frac{Q_i^*}{T} \frac{\partial T}{\partial x} \right]$

Ответ: 3.

64. Схема поляризационного метода



Цифрами обозначены:

1. 1 – высокотемпературное стекло, 2 – стабилизированный оксид циркония, 3 – таблетка исследуемого оксида	2. 1 – стабилизированный оксид циркония, 2 – таблетка исследуемого оксида, 3 – высокотемпературное стекло
3. 1 – таблетка исследуемого оксида, 2 – высокотемпературное стекло, 3 – стабилизированный оксид циркония	4. 1 – высокотемпературное стекло, 2 – таблетка исследуемого оксида, 3 – стабилизированный оксид циркония

Ответ: 4.

65. Напряжение поляризации U_p определяется так (j – плотность тока, L – толщина образца, σ_i – кислород-ионная электропроводность, t_e – число переноса электронов, τ – время релаксации образца):

1. $U_p(t) = \frac{jL}{\sigma_i} + \frac{jLt_e}{\sigma_i} \left(\frac{8}{\pi^2} \exp(t/\tau) \right)$	2. $U_p(t) = -\frac{jL}{\sigma_i} + \frac{jLt_e}{\sigma_i} \left(\frac{8}{\pi^2} \exp(-t/\tau) \right)$
3. $U_p(t) = -\frac{jL}{\sigma_i} + \frac{jLt_e}{\sigma_i} \left(\frac{8}{\pi^2} \exp(-t) \right)$	4. $U_p(t) = -\frac{jL}{\sigma_i} + \frac{1}{\sigma_i} \left(\frac{8}{\pi^2} \exp(-t/\tau) \right)$

Ответ: 2.

66. Напряжение деполяризации U_d определяется так (j – плотность тока, L – толщина образца, σ_i – кислород-ионная электропроводность, t_e – число переноса электронов, τ – время релаксации образца):

$$1. U_d(t) = \frac{jLt_e}{\sigma_i} \left(\frac{8}{\pi^2} \exp(t/\tau) \right)$$

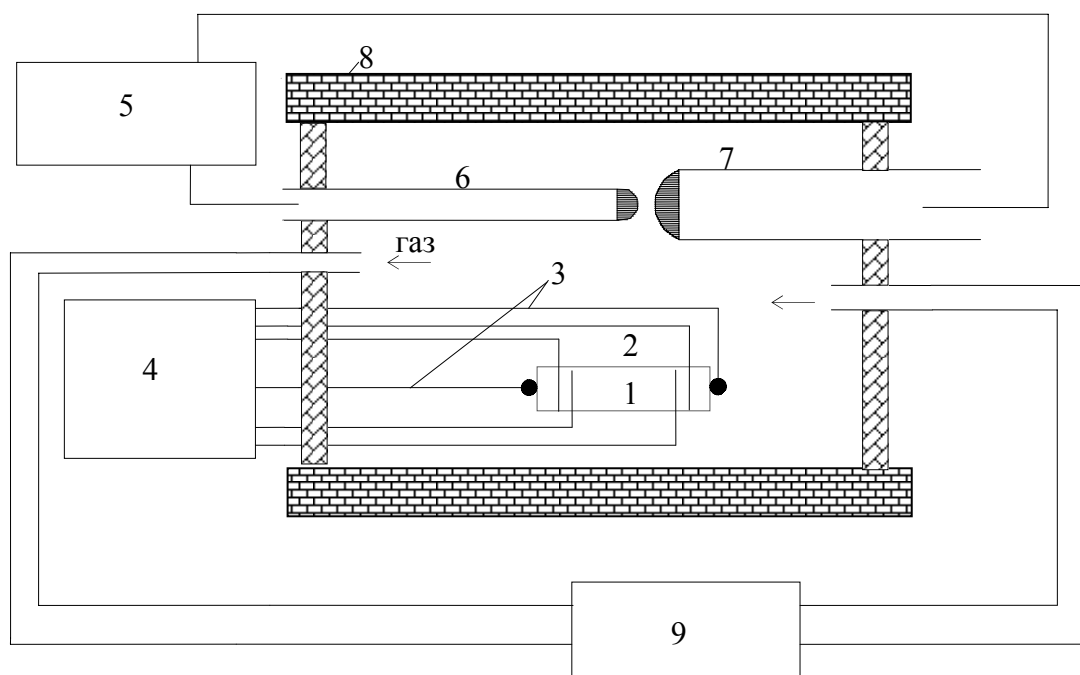
$$2. U_d(t) = -\frac{jLt_e}{\sigma_i} \left(\frac{8}{\pi^2} \exp(t) \right)$$

$$3. U_d(t) = -\frac{jLt_e}{\sigma_i} \left(\frac{8}{\pi^2} \exp(-t/\tau) \right)$$

$$4. U_d(t) = -\frac{1}{\sigma_i} \left(\frac{8}{\pi^2} \exp(t/\tau) \right)$$

Ответ: 3.

67. Принципиальная схема установки для измерения общей электропроводности и термо-ЭДС исследуемого образца.



Цифрами обозначены:

1. 1 – исследуемый образец, 2 – платиновые токоподводы, 3 – термопары, 4 – вольтметр, 5 – многофункциональный регулятор Zirconia318, 6 – кислородный датчик, 7 – кислородный насос, 8 – реактор с изолированной газовой атмосферой, размещенный в высокотемпературной печи, 9 – циркуляционный насос.

2. 1 – исследуемый образец, 2 – термопары, 3 – платиновые токоподводы, 4 – вольтметр, 5 – многофункциональный регулятор Zirconia318, 6 – кислородный датчик, 7 – кислородный насос, 8 – реактор с изолированной газовой атмосферой, размещенный в высокотемпературной печи, 9 – циркуляционный насос.

3. 1 – исследуемый образец, 2 – платиновые токоподводы, 3 – термопары, 4 – многофункциональный регулятор Zigsonia318, 5 – вольтметр, 6 – кислородный датчик, 7 – кислородный насос, 8 – реактор с изолированной газовой атмосферой, размещенный в высокотемпературной печи, 9 – циркуляционный насос.

4. 1 – исследуемый образец, 2 – платиновые токоподводы, 3 – термопары, 4 – вольтметр, 5 – циркуляционный насос, 6 – кислородный датчик, 7 – кислородный насос, 8 – реактор с изолированной газовой атмосферой, размещенный в высокотемпературной печи, 9 – многофункциональный регулятор Zirconia318.

Ответ: 1.

68. Уравнение Вульфа-Брэггов (d – межплоскостное расстояние, n – порядок отражения):	
1. $d \sin 2\Theta = n\lambda$	2. $d \sin \Theta = n\lambda$
3. $2d \sin 2\Theta = n\lambda$	4. $2d \sin \Theta = n\lambda$

Ответ: 4.

69. Уравнение первого закона Фика:	
1. $j_i = D_i \frac{\partial C_i}{\partial x}$	2. $j_i = -D_i \frac{\partial C_i}{\partial x}$
3. $j_i = -\frac{\sigma_i}{(z_i e)^2} \frac{\partial \varphi}{\partial x}$	4. $j_i = -\frac{\sigma_i}{ z_i e} \frac{\partial \varphi}{\partial x}$

Ответ: 2.

70. Уравнение второго закона Фика:	
1. $j_i = -\frac{\sigma_i}{ z_i e} \frac{\partial \varphi}{\partial x}$	2. $j_i = -\frac{\sigma_i}{(z_i e)^2} \frac{\partial \varphi}{\partial x}$
3. $j_i = -D_i \frac{\partial C_i}{\partial x}$	4. $j_i = D_i \frac{\partial C_i}{\partial x}$

Ответ: 1.

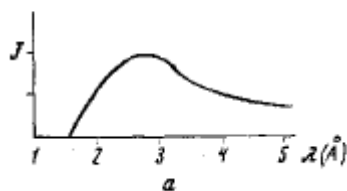
71. Уравнение зависимости ионной проводимости от температуры	
1. $\sigma_{ион} = \frac{A \exp\left(-\frac{\Delta S}{k}\right)}{T} \exp\left(-\frac{E_A}{kT}\right)$	2. $\sigma_{ион} = \frac{A \exp\left(-\frac{\Delta S}{k}\right)}{T} \exp\left(-\frac{E_A + \Delta H}{kT}\right)$
3. $\sigma_{ион} = \frac{A \exp\left(\frac{\Delta S}{k}\right)}{T} \exp\left(-\frac{E_A}{kT}\right)$	4. $\sigma_{ион} = \frac{A \exp\left(\frac{\Delta S}{k}\right)}{T} \exp\left(-\frac{E_A + \Delta H}{kT}\right)$

Ответ: 4.

72. Уравнение зависимости электронной проводимости от температуры для квазисвободных электронных дефектов может быть выражено так	
1. $\sigma_{эл} = A'_e T^{3/2} \exp\left(-\frac{E'_e}{kT}\right) + A'_h T^{3/2} \exp\left(-\frac{E'_h}{kT}\right)$	2. $\sigma_{ион} = \frac{A \exp\left(\frac{\Delta S}{k}\right)}{T} \exp\left(-\frac{E_A + \Delta H}{kT}\right)$
3. $\sigma_{эл} = A'_e T^{\pm 3/2} \exp\left(-\frac{E'_e}{kT}\right) + A'_h T^{\pm 3/2} \exp\left(-\frac{E'_h}{kT}\right)$	4. $\sigma_{ион} = \frac{A \exp\left(-\frac{\Delta S}{k}\right)}{T} \exp\left(-\frac{E_A + \Delta H}{kT}\right)$

Ответ: 3.

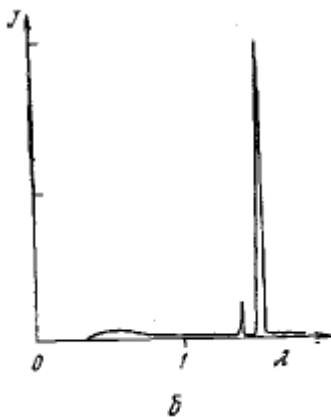
73. Спектр испускания рентгеновских лучей



1. при напряжении, большем напряжения возбуждения	2. при напряжении, меньшем напряжения возбуждения
3. при напряжении, значительно меньшем напряжения возбуждения	4. при напряжении, равном напряжению возбуждения

Ответ: 2.

74. Спектр испускания рентгеновских лучей



1. при напряжении, меньшем напряжения возбуждения	2. при напряжении, равном напряжению возбуждения
3. при напряжении, значительно большем напряжения возбуждения	4. при напряжении, большем напряжения возбуждения

Ответ: 2.

75. Сколько выведено возможных типов пространственных решеток Браве для разных сингоний?

1. 15	2. 14
3. 13	4. 12

Ответ: 2.

76. Элементами симметрии являются

1. центры симметрии, оси симметрии 1-го, 2, 3, 4 и 6-го порядков и плоскости симметрии	2. центры симметрии, оси симметрии 1-го, 2, 3, 4, 5 и 6-го порядков и плоскости симметрии
3. центры симметрии, оси симметрии 1-го, 2, 4, 5 и 6-го порядков и плоскости симметрии	4. центры симметрии, оси симметрии 1-го, 2, 4 и 6-го порядков и плоскости симметрии

Ответ: 1.

77. С какими серийными приборами для анализа газов, выделяющихся в ходе ТГ анализа сопрягаются серийно выпускаемые ТГ анализаторы?	
1. ИК-спектрометр, хроматограф, УФ-спектрометр	2. ИК-спектрометр, хроматограф, масс-спектрометр
3. УФ-спектрометр, хроматограф, масс-спектрометр	4. УФ-спектрометр, хромато-масс-спектрометр

Ответ: 2.

78. Интерференционные дилатометры	
1. используются для измерения линейного коэффициента термического расширения (ЛКТР) образцов больших размеров, в особенности при высоких температурах. В этом случае измеряется разность длин двух мер, одна из которых образец, вторая - исходная мера, у которой известен ЛКТР и ее длина.	2. используют монохроматические источники света с большой длиной когерентности и высокой стабильностью длины волны излучения и обеспечивают максимальную точность в определении размеров и изменения размеров образцов.
3. обязательно содержат промежуточное звено, передающего удлинение. При измерении удлинения на подобных дилатометрах тепловое расширение образца вызывает перемещение рычага, которое механически передается либо стрелке показывающего прибора, либо автоматически регистрируется. Такого типа дилатометры могут работать в атмосфере, вакууме или защитной среде. Механические дилатометры наиболее широко распространены в практике лабораторных и промышленных измерений, так как они более производительны и в большинстве случаев не требуют операторов высокой квалификации.	

Ответ: 2.

79. Компараторные дилатометры	
1. используются для измерения линейного коэффициента термического расширения (ЛКТР) образцов больших размеров, в особенности при высоких температурах. В этом случае измеряется разность длин двух мер, одна из которых образец, вторая - исходная мера, у которой известен ЛКТР и ее длина.	2. используют монохроматические источники света с большой длиной когерентности и высокой стабильностью длины волны излучения и обеспечивают максимальную точность в определении размеров и изменения размеров образцов.
3. обязательно содержат промежуточное звено, передающего удлинение. При измерении удлинения на подобных дилатометрах тепловое расширение образца вызывает перемещение рычага, которое механически передается либо стрелке показывающего прибора, либо автоматически регистрируется. Такого типа дилатометры могут работать в атмосфере, вакууме или защитной среде. Механические дилатометры наиболее широко распространены в практике лабораторных и промышленных измерений, так как они более производительны и в большинстве случаев не требуют операторов высокой квалификации.	

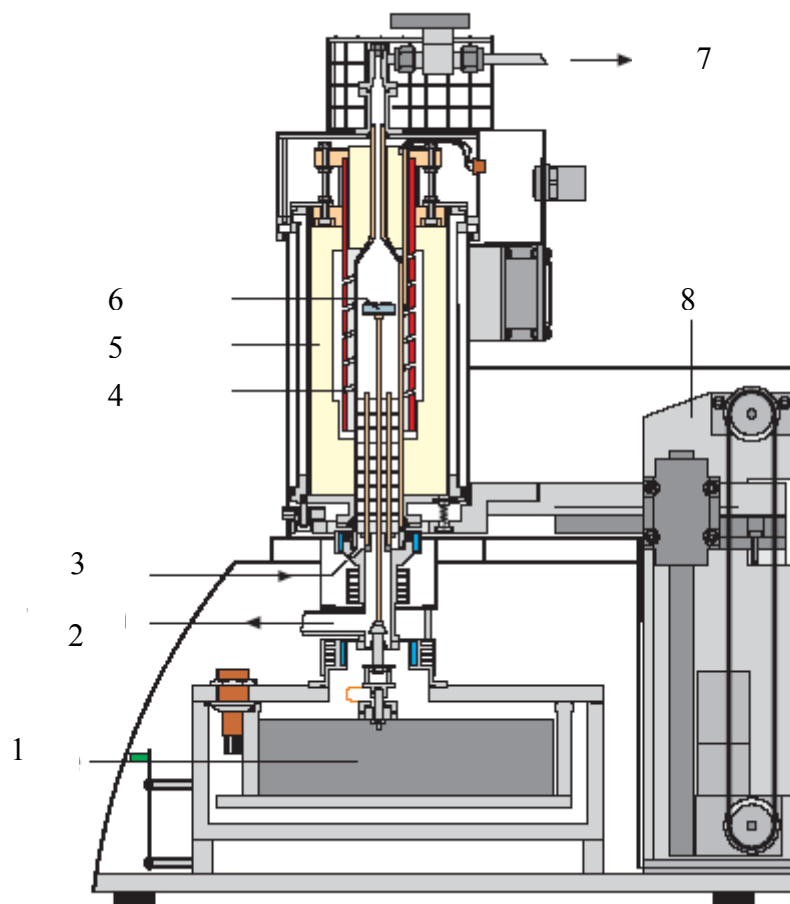
Ответ: 1.

80. Механические дилатометры.	
1. используют монохроматические источники света с большой длиной когерентности и высокой стабильностью длины волны излучения и обеспечивают максимальную точность в определении размеров и изменения размеров образцов.	2. используются для измерения линейного коэффициента термического расширения (ЛКТР) образцов больших размеров, в особенности при высоких температурах. В этом случае измеряется разность длин двух мер, одна из которых образец, вторая - исходная мера, у которой известен ЛКТР и ее длина.
3. обязательно содержат промежуточное звено, передающего удлинение. При измерении удлинения на подобных дилатометрах тепловое расширение образца вызывает перемещение рычага, которое механически передается либо стрелке показывающего прибора, либо автоматически регистрируется. Такого типа дилатометры могут работать в атмосфере, вакууме или защитной среде. Механические дилатометры наиболее широко распространены в практике лабораторных и промышленных измерений, так как они более производительны и в большинстве случаев не требуют операторов высокой квалификации.	

Ответ: 3.

81. Схема интерферометра Физо	
1. 1 – интерференционная пластина, 2 – зеркало, 3 – исследуемый образец, 4 – источник света, 5 – детектор.	2. 1,2 – интерференционные пластины, 3 – исследуемый образец, 4 – детектор, 5 – источник света.
3. 1 – интерференционная пластина, 2 – зеркало, 3 – исследуемый образец, 4 – детектор, 5 – источник света.	4. 1,2 – интерференционные пластины, 3 – исследуемый образец, 4 – источник света, 5 – детектор.

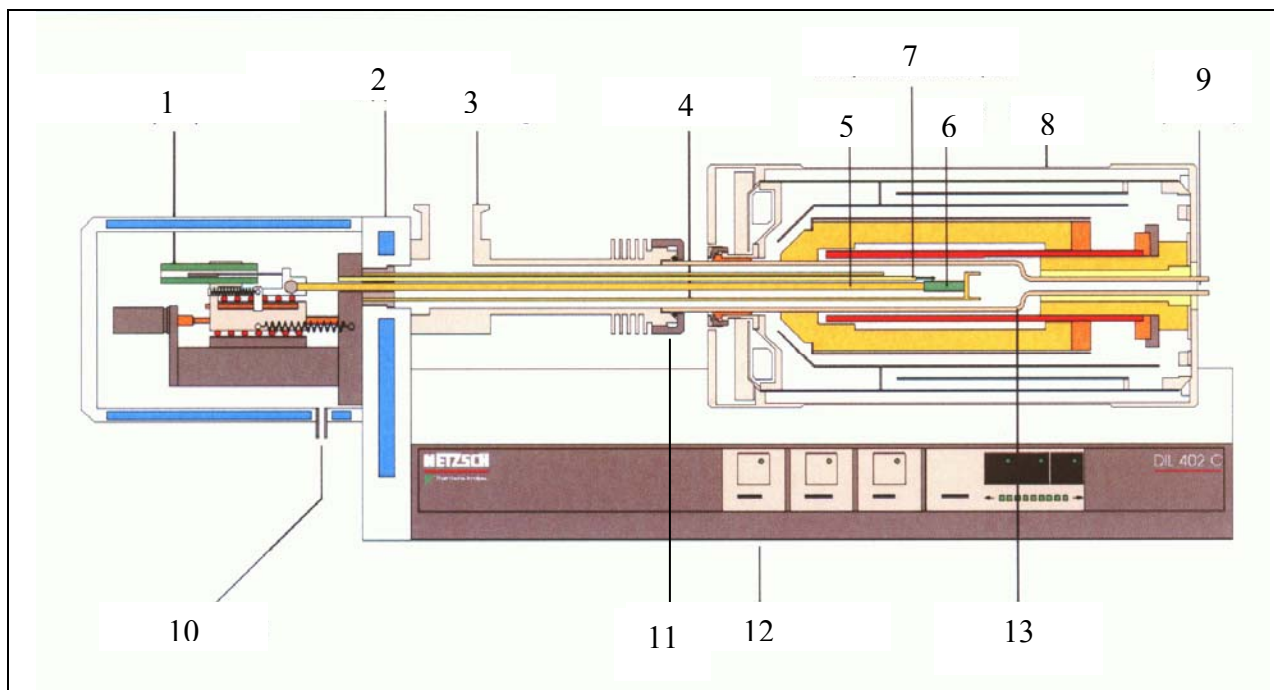
Ответ: 4.



82. Схема термовесов Netzsch STA 409 PC

1. 1 – весовой блок, 2 – выход газа, 3 – ввод газа, 4 – вакуумплотная алундовая защитная труба, 5 – печь, 6 – тигель с образцом, 7 – вакуумный фланец, 8 – механизм подъёма печи	2. 1 – механизм подъёма печи, 2 – вакуумный фланец, 3 – ввод газа, 4 – вакуумплотная алундовая защитная труба, 5 – печь, 6 – тигель с образцом, 7 – выход газа, 8 – весовой блок
3. 1 – весовой блок, 2 – вакуумный фланец, 3 – ввод газа, 4 – вакуумплотная алундовая защитная труба, 5 – печь, 6 – тигель с образцом, 7 – выход газа, 8 – механизм подъёма печи	4. 1 – весовой блок, 2 – вакуумный фланец, 3 – ввод газа, 4 – печь, 5 – вакуумплотная алундовая защитная труба, 6 – тигель с образцом, 7 – выход газа, 8 – механизм подъёма печи

Ответ: 3.



83. Схема dilatометра серии DIL производства фирмы Netzsch GmbH.

1. 1 – датчик перемещения, 2 – термостатируемый корпус, 3 – вакуумный фланец, 4 – держатель образца, 5 – толкатель, 6 – образец, 7 – термопара, 8 – печь, 9 – выход газа на анализ, 10 – вход газа, 11 – фиксирующая гайка, 12 – основание dilatометра, 13 – вакуум плотная алундовая труба.	2. 1 – датчик перемещения, 2 – термостатируемый корпус, 3 – вакуумный фланец, 4 – держатель образца, 5 – термопара, 6 – образец, 7 – толкатель, 8 – печь, 9 – вход газа, 10 – выход газа на анализ, 11 – фиксирующая гайка, 12 – основание dilatометра, 13 – вакуум плотная алундовая труба.
3. 1 – датчик перемещения, 2 – термостатируемый корпус, 3 – вакуумный фланец, 4 – держатель образца, 5 – термопара, 6 – образец, 7 – толкатель, 8 – печь, 9 – выход газа на анализ, 10 – вход газа, 11 – фиксирующая гайка, 12 – основание dilatометра, 13 – вакуум плотная алундовая труба.	4. 1 – датчик перемещения, 2 – термостатируемый корпус, 3 – вакуумный фланец, 4 – держатель образца, 5 – толкатель, 6 – образец, 7 – термопара, 8 – печь, 9 – вход газа, 10 – выход газа на анализ, 11 – фиксирующая гайка, 12 – основание dilatометра, 13 – вакуум плотная алундовая труба.

Ответ: 1.

84. При спекании происходят процессы усадки твердого тела, изменения формы пор, рост зерен. Под действием капиллярных сил между частицами возникают контактные перешейки, их рост возможен благодаря нескольким механизмам массопереноса:	
1. псевдо-текущего течения, объемной диффузии, поверхностной диффузии, перенос через газовую фазу, граничная диффузия через границу раздела частиц.	2. вязкого течения, объемной диффузии, поверхностной диффузии, граничная диффузия через границу раздела частиц.
3. вязкого течения, объемной диффузии, поверхностной диффузии, перенос через газовую фазу, граничная диффузия через границу раздела частиц.	4. вязкого течения, объемной диффузии, поверхностной диффузии, перенос через газовую фазу, граничная диффузия вдоль границ раздела частиц.

Ответ: 4.

85. Средний коэффициент теплового линейного расширения может быть выражен так	
1. $\alpha_{cp} = \frac{1}{L(T)} \cdot \frac{\partial L(T)}{\partial T}$	2. $\alpha_{cp} = \frac{1}{L_0} \cdot \frac{\partial L(T)}{\partial T}$
3. $\alpha_{cp} = \frac{1}{L_0} \left[\frac{L - L_0}{T - T_0} \right]$	4. $\alpha_{cp} = \frac{1}{L(T)} \cdot \frac{\Delta L(T)}{\Delta T}$

Ответ: 1.

86. Средний коэффициент теплового объемного расширения может быть выражен так	
1. $\beta_{cp} = \frac{1}{V_0} \cdot \frac{\partial V(T)}{\partial T}$	2. $\beta_{cp} = \frac{1}{V_0} \left[\frac{V_1 - V_0}{T_1 - T_0} \right]$
3. $\beta_{cp} = \frac{1}{V(T)} \cdot \frac{\partial V(T)}{\partial T}$	4. $\beta_{cp} = \frac{1}{V_1} \left[\frac{V_1 - V_0}{T_1 - T_0} \right]$

Ответ: 2.

87. Истинный коэффициент теплового объемного расширения может быть выражен так	
1. $\beta(T) = \frac{1}{V(T)} \cdot \frac{\partial V(T)}{\partial T}$	2. $\beta(T) = \frac{1}{V_1} \left[\frac{V_1 - V_0}{T_1 - T_0} \right]$
3. $\beta(T) = \frac{1}{V_0} \cdot \frac{\partial V(T)}{\partial T}$	4. $\beta(T) = \frac{1}{V_0} \left[\frac{V_1 - V_0}{T_1 - T_0} \right]$

Ответ: 1.

88. Дилатометры серии DIL производства фирмы Netzsch GmbH принадлежит к следующему типу:	
1. интерференционные дилатометры	2. другие дилатометры с различными принципами действия, как правило, оптимизированные для специальных задач и использующиеся преимущественно в исследовательской практике
3. компараторные дилатометры	4. механические дилатометры

Ответ: 4.

89. В соответствии с величинами чисел переноса дефектов к твёрдым электролитам относят все проводники с	
1. $\sum t_{эл} < 1 \quad \sum t_{эл} > 1$	2. $\sum t_{ион} \approx 1$
3. $\sum t_{ион} < 1 \quad \sum t_{эл} < 1$	4. $\sum t_{эл} \approx 1$

Ответ: 2.

90. В соответствии с величинами чисел переноса дефектов к электронным проводникам относят все проводники с	
1. $\sum t_{эл} < 1 \quad \sum t_{эл} > 1$	2. $\sum t_{ион} \approx 1$
3. $\sum t_{ион} < 1 \quad \sum t_{эл} < 1$	4. $\sum t_{эл} \approx 1$

Ответ: 4.

91. В соответствии с величинами чисел переноса дефектов к смешанным проводникам относят все проводники с	
1. $\sum t_{эл} < 1$ $\sum t_{эл} > 1$	2. $\sum t_{ион} \approx 1$
3. $\sum t_{ион} < 1$ $\sum t_{эл} < 1$	4. $\sum t_{эл} \approx 1$

Ответ: 3.

92. Уравнение зависимости электронной проводимости от температуры для локализованных электронных дефектов может быть выражено так	
1. $\sigma_{эл} = A'_e T^{\pm 3/2} \exp\left(-\frac{E'_e}{kT}\right) + A'_h T^{\pm 3/2} \exp\left(-\frac{E'_h}{kT}\right)$	2. $\sigma_{ион} = \frac{A \exp\left(-\frac{\Delta S}{k}\right)}{T} \exp\left(-\frac{E_A + \Delta H}{kT}\right)$
3. $\sigma_{эл} = A'_e T^{3/2} \exp\left(-\frac{E'_e}{kT}\right) + A'_h T^{3/2} \exp\left(-\frac{E'_h}{kT}\right)$	4. $\sigma_{ион} = \frac{A \exp\left(\frac{\Delta S}{k}\right)}{T} \exp\left(-\frac{E_A + \Delta H}{kT}\right)$

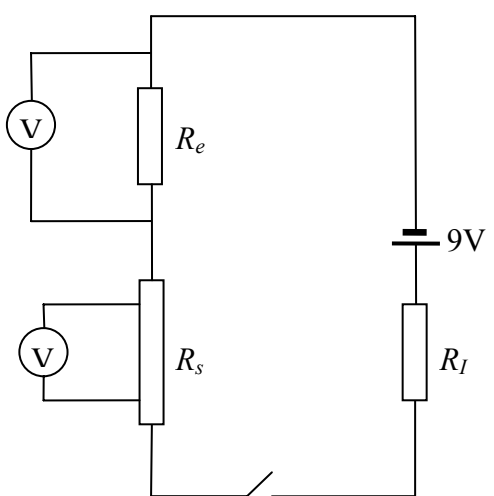
Ответ: 4.

93. Общая электропроводность оксида σ_t является суммой ионной и электронной проводимостей:	
1. $\sigma_t = \sigma_{ион} + \sigma_e$	2. $\sigma_t = \sigma_{ион} - \sigma_e$
3. $\sigma_t = \sigma_{ион} + \sigma_e + \sigma_h$	4. $\sigma_t = \sigma_{ион} - \sigma_e + \sigma_h$

Ответ: 3.

94. Какой метод измерения электронной проводимости высокопроводящего образца с $\sum t_{ион} \leq 0,05$ на постоянном токе позволяет получить адекватные результаты?	
1. 4-х контактный	2. 3-х контактный
3. 2-х контактный	4. 4-х проводный, 2-х контактный

Ответ: 1.

95. Принципиальная электрическая схема измерения общей электропроводности 4-х контактным методом. На схеме сопротивление исследуемого образца обозначено как	
	
1. R_I	2. R_S
3. R_e	4. $R_{обр}$

Ответ: 2.

96. Если известно, что изучаемый методом кислородной проницаемости образец является электронным проводником, то уравнение для плотности потока кислорода может быть выражено так	
1. $j_{O_2} = -\frac{RT}{4F} \sigma_{ion} \frac{d \ln P_{O_2}}{dx}$	2. $j_{O_2} = \frac{RT}{4F} \sigma_{ion} \frac{d \ln P_{O_2}}{dx}$
3. $j_{O_2} = -\frac{RT}{16F^2} \sigma_{ion} \frac{d \ln P_{O_2}}{dx}$	4. $j_{O_2} = \frac{RT}{4F} \sigma_{ion} \frac{d \ln P_{O_2}}{dx}$

Ответ: 3.

97. В поляризационном методе расчет параметров переноса кислородных вакансий через образец основан на измерении временной зависимости напряжения ячейки типа:	
1. H ₂ , Pt ZrO ₂ (Y ₂ O ₃) Pt Исслед. оксид Pt ZrO ₂ (Y ₂ O ₃) Pt, O ₂	2. H ₂ , Pt Исслед. оксид Pt ZrO ₂ (Y ₂ O ₃) Pt ZrO ₂ (Y ₂ O ₃) Pt, O ₂
3. H ₂ , Pt ZrO ₂ (Y ₂ O ₃) Исслед. оксид ZrO ₂ (Y ₂ O ₃) Pt, O ₂	4. O ₂ , Pt ZrO ₂ (Y ₂ O ₃) Pt Исслед. оксид Pt ZrO ₂ (Y ₂ O ₃) Pt, O ₂

Ответ: 4.

98. К методам получения ультрадисперсных материалов, связанным с упорядочением частиц на атомарном уровне (методы «снизу вверх») относятся	
1. конденсации паров, механосинтез, осаждение из коллоидных растворов, термическое разложение	2. конденсации паров, механосинтез, термическое разложение
3. конденсации паров, плазмохимический синтез, осаждение из коллоидных растворов, термическое разложение	4. механосинтез, осаждение из коллоидных растворов, термическое разложение

Ответ: 3.

99. К методам получения ультрадисперсных материалов, связанным с диспергированием более крупных объектов (методы «сверху вниз») относятся	
1. плазмохимический синтез, электровзрыв, детонационный синтез	2. механосинтез, термическое разложение, электровзрыв, детонационный синтез
3. термическое разложение, электровзрыв, детонационный синтез	4. механосинтез, электровзрыв, детонационный синтез

Ответ: 4.

100. Механическая обработка твердых смесей, при которой происходят измельчение и пластическая деформация веществ, ускоряется массоперенос, а также осуществляется перемешивание компонентов смеси на атомарном уровне и активируется химическое взаимодействие твердых реагентов – это основа какого метода синтеза?	
1. детонационный синтез	2. механосинтез
3. термическое разложение	4. осаждение из коллоидных растворов

Ответ: 2.

Экзаменационные материалы (тесты).

Билет № 1.

1. Термогравиметрия – это	
1. метод термического анализа, основанный на регистрации зависимости длины образца от температуры и состава газовой фазы	2. метод термического анализа, основанный на регистрации зависимости веса образца от температуры и состава газовой фазы
3. метод термического анализа, основанный на регистрации зависимости массы образца от температуры и состава газовой фазы	4. метод термического анализа, основанный на регистрации зависимости нестехиометрии образца от температуры и состава газовой фазы

2. Дилатометрия – это	
1. метод термического анализа, основанный на регистрации зависимости длины образца от температуры и состава газовой фазы	2. метод термического анализа, основанный на регистрации зависимости веса образца от температуры и состава газовой фазы
3. метод термического анализа, основанный на регистрации зависимости массы образца от температуры и состава газовой фазы	4. метод термического анализа, основанный на регистрации зависимости нестехиометрии образца от температуры и состава газовой фазы

Билет № 2.

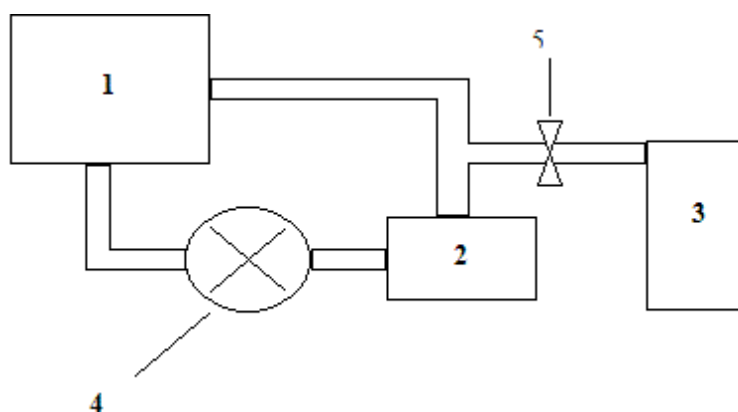
3. Истинный коэффициент теплового линейного расширения может быть выражен так	
1. $\alpha(T) = \frac{1}{L_0} \cdot \frac{\partial L(T)}{\partial T}$	2. $\alpha(T) = \frac{1}{L(T)} \cdot \frac{\partial L(T)}{\partial T}$
3. $\alpha(T) = \frac{1}{L_0} \left[\frac{L - L_0}{T - T_0} \right]$	4. $\alpha(T) = \frac{1}{L(T)} \cdot \frac{\Delta L(T)}{\Delta T}$

4. Изменение относительной кислородной нестехиометрии при переходе от $P_{O_2}^{(1)}, T^{(1)}$ к $P_{O_2}^{(2)}, T^{(2)}$ ($\Delta m_{обр}$, m_0 , $M_{обр}^0$, M_O - изменение массы образца, исходная масса образца, исходная молярная масса образца и молярная масса кислорода, соответственно):	
1. $\delta = \frac{m_0}{\Delta m_{обр}} \cdot \frac{M_O}{M_{обр}^0}$	2. $\delta = \frac{\Delta m_{обр}}{m_0} \cdot \frac{M_O}{M_{обр}^0}$
3. $\Delta \delta = \frac{m_0}{\Delta m_{обр}} \cdot \frac{M_{обр}^0}{M_O}$	4. $\Delta \delta = \frac{\Delta m_{обр}}{m_0} \cdot \frac{M_{обр}^0}{M_O}$

Билет № 3.

5. Движущей силой процессов спекания является	
1. избыточная поверхностная энергия (спекание ведет к её уменьшению)	2. недостаточная поверхностная энергия (спекание ведет к её увеличению)
3. равновесная поверхностная энергия (спекание ведет к её постоянству)	4. неравновесная поверхностная энергия (спекание ведет к её изменению)

6. Блок-схема экспериментальной установки для определения кислородной нестехиометрии.



Цифрами обозначены:

1. 1 – термовесы Netzsch STA 409 PC, 2 – генератор водорода, 3 – циркуляционный мембранный насос, 4 – блок контроля парциального давления кислорода, 5 – вентиль	2. 1 – термовесы Netzsch STA 409 PC, 2 – генератор водорода, 3 – блок контроля парциального давления кислорода, 4 – циркуляционный мембранный насос, 5 – вентиль
3. 1 – термовесы Netzsch STA 409 PC, 2 – блок контроля парциального давления кислорода, 3 – циркуляционный мембранный насос, 4 – генератор водорода, 5 – вентиль	4. 1 – термовесы Netzsch STA 409 PC, 2 – блок контроля парциального давления кислорода, 3 – генератор водорода, 4 – циркуляционный мембранный насос, 5 – вентиль

Билет № 4.

7. Расчет абсолютной нестехиометрии исследуемых образцов при определённых T и P_{O_2} осуществляется по формуле (M , M_O , $m_{T,P_{O_2}}$, $M_{восст}$, $m_{восст}$ – молярная масса исследуемого оксида в стехиометрическом состоянии, молярная масса кислорода, масса оксида при T и P_{O_2} , молярная масса продуктов восстановления и масса продуктов восстановления, соответственно):

1. $\delta_{T,P_{O_2}} = \frac{M}{M_O} + \frac{m_{T,P_{O_2}} m_{восст}}{M_{восст} M_O}$	2. $\delta_{T,P_{O_2}} = \frac{M}{M_O} + \frac{m_{T,P_{O_2}} m_{восст}}{M_{восст} M_O}$
3. $\delta_{T,P_{O_2}} = \frac{M}{M_O} - \frac{m_{T,P_{O_2}} M_{восст}}{m_{восст} M_O}$	4. $\delta_{T,P_{O_2}} = \frac{M_{восст}}{M_O} - \frac{m_{T,P_{O_2}} M_{восст}}{m_{восст} M_O}$

8. Газофазный синтез – это	
1. Способ получения наночастиц с помощью коллоидных растворов заключающийся в их синтезе из исходных реагентов раствора и прерывании реакции в определенный момент времени, после чего дисперсная система переводится из жидкого коллоидного состояния в дисперсное твердое.	2. Испарение металла, сплава или полупроводника при контролируемой температуре в атмосфере инертного газа низкого давления с последующей конденсацией пара вблизи холодной поверхности или на ней
3. Взрыв проводника при прохождении по нему мощного импульса тока длительностью с и плотностью 104—106 А/мм2 с последующей конденсацией в инертной среде или среде, содержащей реагенты.	4. Разложение сложных элементо- и металлоорганических соединений, гидроксидов, карбониллов, формиатов, нитратов, оксалатов, амидов и имидов металлов, которое протекает при определенной температуре с образованием синтезируемого вещества и выделением газовой фазы

Билет № 5.

9. Осаждение из коллоидных растворов – это	
1. Испарение металла, сплава или полупроводника при контролируемой температуре в атмосфере инертного газа низкого давления с последующей конденсацией пара вблизи холодной поверхности или на ней	2. Разложение сложных элементо- и металлоорганических соединений, гидроксидов, карбониллов, формиатов, нитратов, оксалатов, амидов и имидов металлов, которое протекает при определенной температуре с образованием синтезируемого вещества и выделением газовой фазы
3. Взрыв проводника при прохождении по нему мощного импульса тока длительностью с и плотностью 104—106 А/мм2 с последующей конденсацией в инертной среде или среде, содержащей реагенты.	4. Способ получения наночастиц с помощью коллоидных растворов заключающийся в их синтезе из исходных реагентов раствора и прерывании реакции в определенный момент времени, после чего дисперсная система переводится из жидкого коллоидного состояния в дисперсное твердое.

10. Термическое разложение – это	
1. Разложение сложных элементо- и металлоорганических соединений, гидроксидов, карбониллов, формиатов, нитратов, оксалатов, амидов и имидов металлов, которое протекает при определенной температуре с образованием синтезируемого вещества и выделением газовой фазы	2. Взрыв проводника при прохождении по нему мощного импульса тока длительностью с и плотностью 104—106 А/мм2 с последующей конденсацией в инертной среде или среде, содержащей реагенты.
3. Способ получения наночастиц с помощью коллоидных растворов заключающийся в их синтезе из исходных реагентов раствора и прерывании реакции в определенный момент времени, после чего дисперсная система переводится из жидкого коллоидного состояния в дисперсное твердое.	4. Испарение металла, сплава или полупроводника при контролируемой температуре в атмосфере инертного газа низкого давления с последующей конденсацией пара вблизи холодной поверхности или на ней

Билет № 6.

11. Электровзрыв – это	
1. Разложение сложных элементо- и металлоорганических соединений, гидроксидов, карбониллов, формиатов, нитратов, оксалатов, амидов и имидов металлов, которое протекает при определенной температуре с образованием синтезируемого вещества и выделением газовой фазы	2. Испарение металла, сплава или полупроводника при контролируемой температуре в атмосфере инертного газа низкого давления с последующей конденсацией пара вблизи холодной поверхности или на ней
3. Взрыв проводника при прохождении по нему мощного импульса тока длительностью с и плотностью $10^4\text{—}10^6\text{ А/мм}^2$ с последующей конденсацией в инертной среде или среде, содержащей реагенты.	4. Способ получения наночастиц с помощью коллоидных растворов заключающийся в их синтезе из исходных реагентов раствора и прерывании реакции в определенный момент времени, после чего дисперсная система переводится из жидкого коллоидного состояния в дисперсное твердое.

12. Плотность потока частиц сорта $i - j_i$ определяется так ($\mu_i = \mu_i^0 + kT \ln C_i$ – химический потенциал частиц i -го сорта, x – координата, $z_i e$ – заряд частицы, C_i – концентрация частиц i -го сорта, Q_i^* – теплота переноса частиц сорта i , k – постоянная Больцмана, D_i – коэффициент самодиффузии, σ_i – парциальная электропроводность частиц i -го сорта):

1. $j_i = -\frac{\sigma_i}{z_i e} \left[\frac{\partial \mu_i}{\partial x} + z_i e \frac{\partial \varphi_i}{\partial x} + \frac{Q_i^*}{T} \frac{\partial T}{\partial x} \right]$	2. $j_i = -\frac{\sigma_i}{(z_i e)^2} \left[\frac{\partial \mu_i}{\partial x} + \frac{\partial \varphi_i}{\partial x} + \frac{Q_i^*}{T} \frac{\partial T}{\partial x} \right]$
3. $j_i = -\frac{\sigma_i}{(z_i e)^2} \left[\frac{\partial \mu_i}{\partial x} + (z_i e)^2 \frac{\partial \varphi_i}{\partial x} + \frac{Q_i^*}{T} \frac{\partial T}{\partial x} \right]$	4. $j_i = -\frac{\sigma_i}{(z_i e)^2} \left[\frac{\partial \mu_i}{\partial x} + z_i e \frac{\partial \varphi_i}{\partial x} + \frac{Q_i^*}{T} \frac{\partial T}{\partial x} \right]$

Билет № 7.

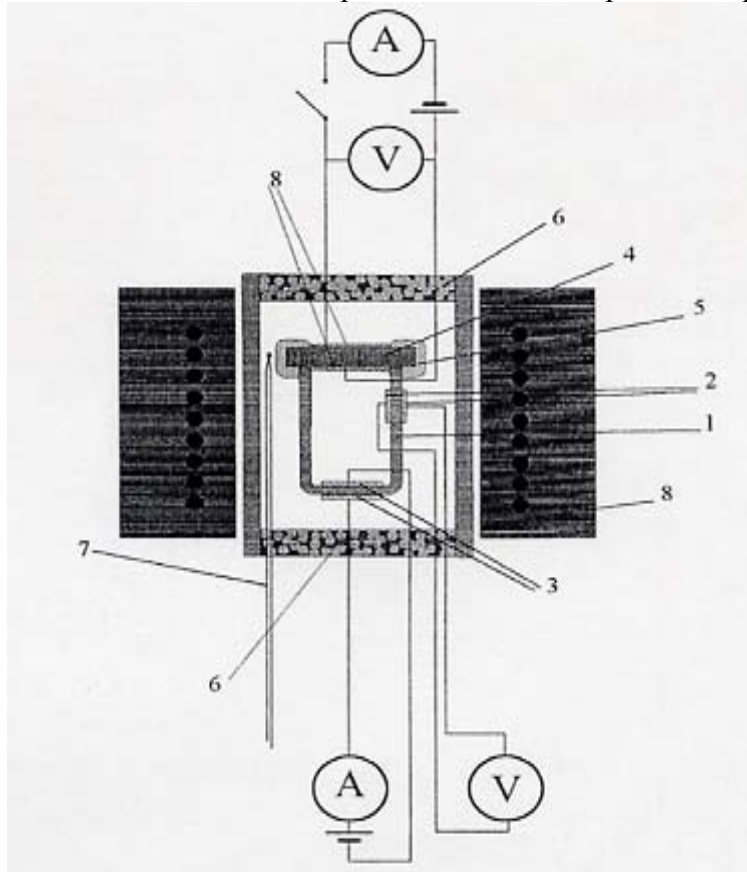
13. Напряжение поляризации U_p определяется так (j – плотность тока, L – толщина образца, σ_i – кислород-ионная электропроводность, t_e – число переноса электронов, τ – время релаксации образца):	
1. $U_p(t) = \frac{jL}{\sigma_i} + \frac{jLt_e}{\sigma_i} \left(\frac{8}{\pi^2} \exp(t/\tau) \right)$	2. $U_p(t) = -\frac{jL}{\sigma_i} + \frac{jLt_e}{\sigma_i} \left(\frac{8}{\pi^2} \exp(-t) \right)$
3. $U_p(t) = -\frac{jL}{\sigma_i} + \frac{jLt_e}{\sigma_i} \left(\frac{8}{\pi^2} \exp(-t/\tau) \right)$	4. $U_p(t) = -\frac{jL}{\sigma_i} + \frac{1}{\sigma_i} \left(\frac{8}{\pi^2} \exp(-t/\tau) \right)$

14. Напряжение деполяризации U_d определяется так (j – плотность тока, L – толщина образца, σ_i – кислород-ионная электропроводность, t_e – число переноса электронов, τ – время релаксации образца):

1. $U_d(t) = \frac{jLt_e}{\sigma_i} \left(\frac{8}{\pi^2} \exp(t/\tau) \right)$	2. $U_d(t) = -\frac{jLt_e}{\sigma_i} \left(\frac{8}{\pi^2} \exp(-t/\tau) \right)$
3. $U_d(t) = -\frac{jLt_e}{\sigma_i} \left(\frac{8}{\pi^2} \exp(t) \right)$	4. $U_d(t) = -\frac{1}{\sigma_i} \left(\frac{8}{\pi^2} \exp(t/\tau) \right)$

Билет № 8.

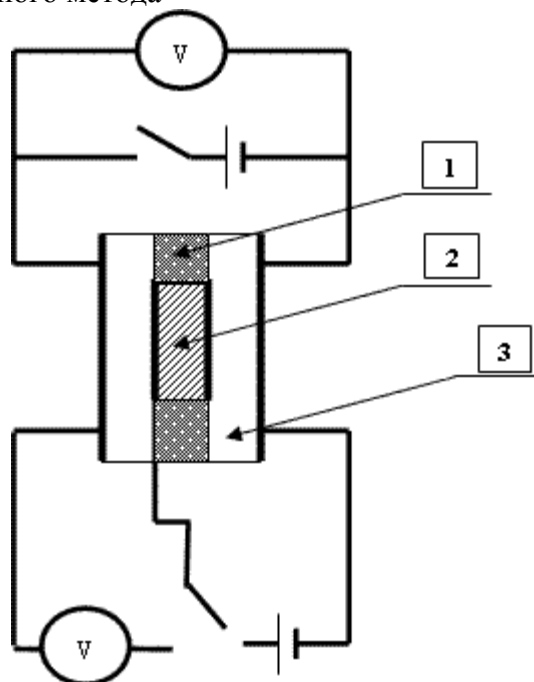
15. Схема ячейки для определения чисел переноса дефектов в оксидном проводнике.



Цифрами обозначены:

1. 1 – пробирка из $Zr_{0.9}Y_{0.1}O_2$; 2 – пористые платиновые электроды кислородного датчика; 3 – пористые платиновые электроды кислородного насоса; 4 – таблетка исследуемого оксида; 5 – высокотемпературное стекло-герметик; 6 – пористая керамическая вставка; 7 – термопара; 8 – пористые платиновые электроды, нанесённые на образец.	2. 1 – пробирка из $Zr_{0.9}Y_{0.1}O_2$; 2 – пористые платиновые электроды кислородного датчика; 3 – пористые платиновые электроды кислородного насоса; 4 – таблетка исследуемого оксида; 5 – пористая керамическая вставка; 6 – высокотемпературное стекло-герметик; 7 – термопара; 8 – пористые платиновые электроды, нанесённые на образец.
3. 1 – пробирка из $Zr_{0.9}Y_{0.1}O_2$; 2 – пористые платиновые электроды кислородного датчика; 3 – пористые платиновые электроды кислородного насоса; 4 – термопара; 5 – высокотемпературное стекло-герметик; 6 – пористая керамическая вставка; 7 – таблетка исследуемого оксида; 8 – пористые платиновые электроды, нанесённые на образец.	4. 1 – пористая керамическая вставка; 2 – пористые платиновые электроды кислородного датчика; 3 – пористые платиновые электроды кислородного насоса; 4 – таблетка исследуемого оксида; 5 – высокотемпературное стекло-герметик; 6 – пробирка из $Zr_{0.9}Y_{0.1}O_2$; 7 – термопара; 8 – пористые платиновые электроды, нанесённые на образец.

16. Схема поляризационного метода



Цифрами обозначены:

1. 1 – высокотемпературное стекло, 2 – таблетка исследуемого оксида, 3 – стабилизированный оксид циркония	2. 1 – стабилизированный оксид циркония, 2 – таблетка исследуемого оксида, 3 – высокотемпературное стекло
3. 1 – таблетка исследуемого оксида, 2 – высокотемпературное стекло, 3 – стабилизированный оксид циркония	4. 1 – высокотемпературное стекло, 2 – стабилизированный оксид циркония, 3 – таблетка исследуемого оксида

Билет №9.

17. Уравнение Вульфа-Брэггов (d – межплоскостное расстояние, n – порядок отражения):

1. $d \sin 2\Theta = n\lambda$	2. $2d \sin \Theta = n\lambda$
3. $2d \sin 2\Theta = n\lambda$	4. $d \sin \Theta = n\lambda$

18. Уравнение первого закона Фика:

1. $j_i = D_i \frac{\partial C_i}{\partial x}$	2. $j_i = -\frac{\sigma_i}{(z_i e)^2} \frac{\partial \varphi}{\partial x}$
3. $j_i = -D_i \frac{\partial C_i}{\partial x}$	4. $j_i = -\frac{\sigma_i}{ z_i e} \frac{\partial \varphi}{\partial x}$

Билет № 10.

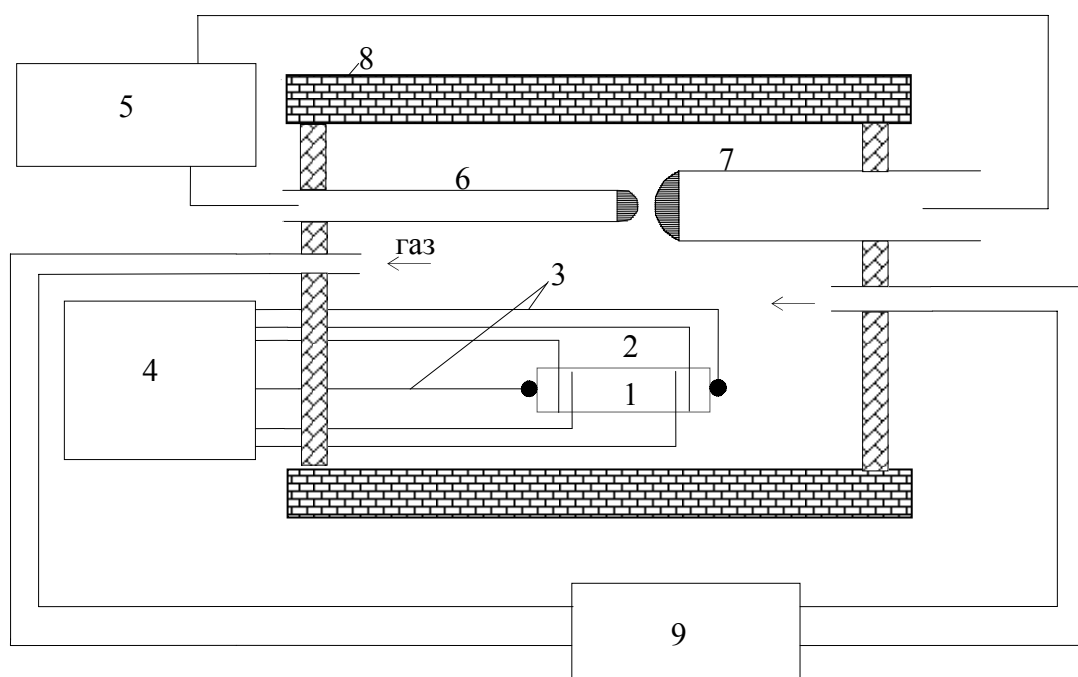
19. Уравнение второго закона Фика:

1. $j_i = D_i \frac{\partial C_i}{\partial x}$	2. $j_i = -\frac{\sigma_i}{(z_i e)^2} \frac{\partial \varphi}{\partial x}$
3. $j_i = -D_i \frac{\partial C_i}{\partial x}$	4. $j_i = -\frac{\sigma_i}{ z_i e} \frac{\partial \varphi}{\partial x}$

20. Уравнение зависимости ионной проводимости от температуры			
1. $\sigma_{\text{ион}} = \frac{A \exp\left(-\frac{\Delta S}{k}\right)}{T} \exp\left(-\frac{E_A}{kT}\right)$	2. $\sigma_{\text{ион}} = \frac{A \exp\left(\frac{\Delta S}{k}\right)}{T} \exp\left(-\frac{E_A + \Delta H}{kT}\right)$		
3. $\sigma_{\text{ион}} = \frac{A \exp\left(\frac{\Delta S}{k}\right)}{T} \exp\left(-\frac{E_A}{kT}\right)$	4. $\sigma_{\text{ион}} = \frac{A \exp\left(-\frac{\Delta S}{k}\right)}{T} \exp\left(-\frac{E_A + \Delta H}{kT}\right)$		

Билет № 11.

21. Принципиальная схема установки для измерения общей электропроводности и термо-ЭДС исследуемого образца.



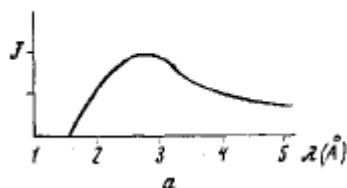
Цифрами обозначены:

1. 1 – исследуемый образец, 2 – платиновые токоподводы, 3 – термопары, 4 – многофункциональный регулятор Zirconia318, 5 – вольтметр, 6 – кислородный датчик, 7 – кислородный насос, 8 – реактор с изолированной газовой атмосферой, размещенный в высокотемпературной печи, 9 – циркуляционный насос.	2. 1 – исследуемый образец, 2 – термопары, 3 – платиновые токоподводы, 4 – вольтметр, 5 – многофункциональный регулятор Zirconia318, 6 – кислородный датчик, 7 – кислородный насос, 8 – реактор с изолированной газовой атмосферой, размещенный в высокотемпературной печи, 9 – циркуляционный насос.
3. 1 – исследуемый образец, 2 – платиновые токоподводы, 3 – термопары, 4 – вольтметр, 5 – многофункциональный регулятор Zirconia318, 6 – кислородный датчик, 7 – кислородный насос, 8 – реактор с изолированной газовой атмосферой, размещенный в высокотемпературной печи, 9 – циркуляционный насос.	4. 1 – исследуемый образец, 2 – платиновые токоподводы, 3 – термопары, 4 – вольтметр, 5 – циркуляционный насос, 6 – кислородный датчик, 7 – кислородный насос, 8 – реактор с изолированной газовой атмосферой, размещенный в высокотемпературной печи, 9 – многофункциональный регулятор Zirconia318.

22. Уравнение зависимости электронной проводимости от температуры для квазисвободных электронных дефектов может быть выражено так	
1. $\sigma_{эл} = A'_e T^{\pm 3/2} \exp\left(-\frac{E'_e}{kT}\right) + A'_h T^{\pm 3/2} \exp\left(-\frac{E'_h}{kT}\right)$	2. $\sigma_{ион} = \frac{A \exp\left(\frac{\Delta S}{k}\right)}{T} \exp\left(-\frac{E_A + \Delta H}{kT}\right)$
3. $\sigma_{эл} = A'_e T^{3/2} \exp\left(-\frac{E'_e}{kT}\right) + A'_h T^{3/2} \exp\left(-\frac{E'_h}{kT}\right)$	4. $\sigma_{ион} = \frac{A \exp\left(-\frac{\Delta S}{k}\right)}{T} \exp\left(-\frac{E_A + \Delta H}{kT}\right)$

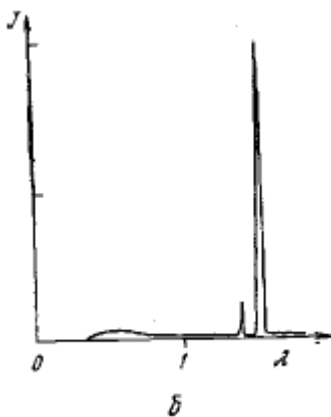
Билет № 12.

23. Спектр испускания рентгеновских лучей



1. при напряжении, меньшем напряжения возбуждения	2. при напряжении, большем напряжения возбуждения
3. при напряжении, значительно меньшем напряжения возбуждения	4. при напряжении, равном напряжению возбуждения

24. Спектр испускания рентгеновских лучей



1. при напряжении, меньшем напряжения возбуждения	2. при напряжении, большем напряжения возбуждения
3. при напряжении, значительно большем напряжения возбуждения	4. при напряжении, равном напряжению возбуждения

Билет № 12.

25. Сколько выведено возможных типов пространственных решеток Браве для разных сингоний?	
1. 12	2. 13
3. 14	4. 15

26. Элементами симметрии являются	
1. центры симметрии, оси симметрии 1-го, 2, 3, 4, 5 и 6-го порядков и плоскости симметрии	2. центры симметрии, оси симметрии 1-го, 2, 3, 4 и 6-го порядков и плоскости симметрии
3. центры симметрии, оси симметрии 1-го, 2, 4, 5 и 6-го порядков и плоскости симметрии	4. центры симметрии, оси симметрии 1-го, 2, 4 и 6-го порядков и плоскости симметрии

Билет № 13.

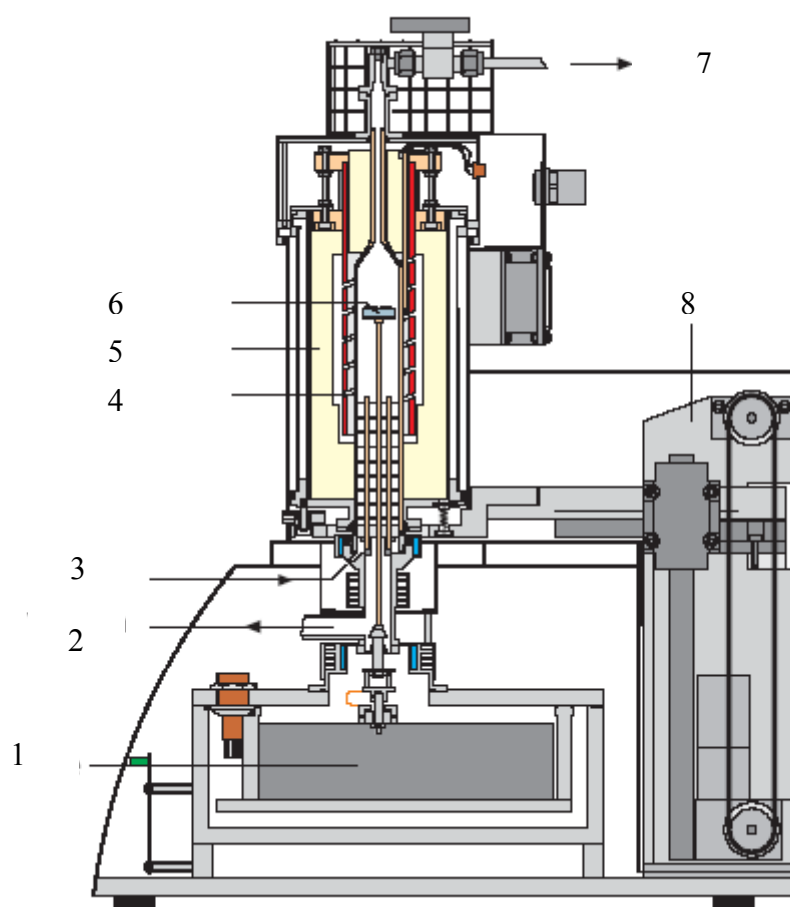
27. С какими серийными приборами для анализа газов, выделяющихся в ходе ТГ анализа сопрягаются серийно выпускаемые ТГ анализаторы?	
1. ИК-спектрометр, хроматограф, масс-спектрометр	2. ИК-спектрометр, хроматограф, УФ-спектрометр
3. УФ-спектрометр, хроматограф, масс-спектрометр	4. УФ-спектрометр, хромато-масс-спектрометр

28. Интерференционные дилатометры	
1. используют монохроматические источники света с большой длиной когерентности и высокой стабильностью длины волны излучения и обеспечивают максимальную точность в определении размеров и изменения размеров образцов.	2. используются для измерения линейного коэффициента термического расширения (ЛКТР) образцов больших размеров, в особенности при высоких температурах. В этом случае измеряется разность длин двух мер, одна из которых образец, вторая - исходная мера, у которой известен ЛКТР и ее длина.
3. обязательно содержат промежуточное звено, передающего удлинение. При измерении удлинения на подобных дилатометрах тепловое расширение образца вызывает перемещение рычага, которое механически передается либо стрелке показывающего прибора, либо автоматически регистрируется. Такого типа дилатометры могут работать в атмосфере, вакууме или защитной среде. Механические дилатометры наиболее широко распространены в практике лабораторных и промышленных измерений, так как они более производительны и в большинстве случаев не требуют операторов высокой квалификации.	

Билет № 15.

29. Компараторные дилатометры		
1. используют монохроматические источники света с большой длиной когерентности и высокой стабильностью длины волны излучения и обеспечивают максимальную точность в определении размеров и изменения размеров образцов.	2. используются для измерения линейного коэффициента термического расширения (ЛКТР) образцов больших размеров, в особенности при высоких температурах. В этом случае измеряется разность длин двух мер, одна из которых образец, вторая - исходная мера, у которой известен ЛКТР и ее длина.	
3. обязательно содержат промежуточное звено, передающего удлинение. При измерении удлинения на подобных дилатометрах тепловое расширение образца вызывает перемещение рычага, которое механически передается либо стрелке показывающего прибора, либо автоматически регистрируется. Такого типа дилатометры могут работать в атмосфере, вакууме или защитной среде. Механические дилатометры наиболее широко распространены в практике лабораторных и промышленных измерений, так как они более производительны и в большинстве случаев не требуют операторов высокой квалификации.		
30. Механические дилатометры.		
1. используют монохроматические источники света с большой длиной когерентности и высокой стабильностью длины волны излучения и обеспечивают максимальную точность в определении размеров и изменения размеров образцов.	2. используются для измерения линейного коэффициента термического расширения (ЛКТР) образцов больших размеров, в особенности при высоких температурах. В этом случае измеряется разность длин двух мер, одна из которых образец, вторая - исходная мера, у которой известен ЛКТР и ее длина.	
3. обязательно содержат промежуточное звено, передающего удлинение. При измерении удлинения на подобных дилатометрах тепловое расширение образца вызывает перемещение рычага, которое механически передается либо стрелке показывающего прибора, либо автоматически регистрируется. Такого типа дилатометры могут работать в атмосфере, вакууме или защитной среде. Механические дилатометры наиболее широко распространены в практике лабораторных и промышленных измерений, так как они более производительны и в большинстве случаев не требуют операторов высокой квалификации.		

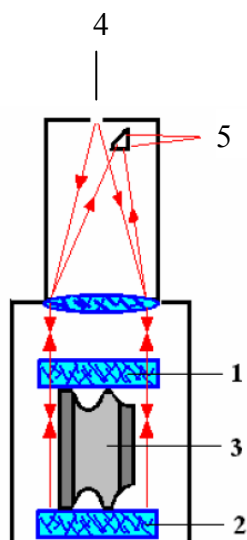
Билет № 16.



31. Схема термовесов Netzsch STA 409 PC

1. 1 – весовой блок, 2 – выход газа, 3 – ввод газа, 4 – вакуумплотная алундовая защитная труба, 5 – печь, 6 – тигель с образцом, 7 – вакуумный фланец, 8 – механизм подъёма печи	2. 1 – механизм подъёма печи, 2 – вакуумный фланец, 3 – ввод газа, 4 – вакуумплотная алундовая защитная труба, 5 – печь, 6 – тигель с образцом, 7 – выход газа, 8 – весовой блок
3. 1 – весовой блок, 2 – вакуумный фланец, 3 – ввод газа, 4 – печь, 5 – вакуумплотная алундовая защитная труба, 6 – тигель с образцом, 7 – выход газа, 8 – механизм подъёма печи	4. 1 – весовой блок, 2 – вакуумный фланец, 3 – ввод газа, 4 – вакуумплотная алундовая защитная труба, 5 – печь, 6 – тигель с образцом, 7 – выход газа, 8 – механизм подъёма печи

32. Схема интерферометра Физо



1. 1 – интерференционная пластина, 2 – зеркало, 3 – исследуемый образец, 4 – источник света, 5 – детектор.

2. 1,2 – интерференционные пластины, 3 – исследуемый образец, 4 – источник света, 5 – детектор.

3. 1 – интерференционная пластина, 2 – зеркало, 3 – исследуемый образец, 4 – детектор, 5 – источник света.

4. 1,2 – интерференционные пластины, 3 – исследуемый образец, 4 – детектор, 5 – источник света.

Билет № 17.

33. При спекании происходят процессы усадки твердого тела, изменения формы пор, рост зерен. Под действием капиллярных сил между частицами возникают контактные перешейки, их рост возможен благодаря нескольким механизмам массопереноса:

1. вязкого течения, объемной диффузии, поверхностной диффузии, перенос через газовую фазу, граничная диффузия вдоль границ раздела частиц.

2. вязкого течения, объемной диффузии, поверхностной диффузии, граничная диффузия через границу раздела частиц.

3. вязкого течения, объемной диффузии, поверхностной диффузии, перенос через газовую фазу, граничная диффузия через границу раздела частиц.

4. псевдо-текучего течения, объемной диффузии, поверхностной диффузии, перенос через газовую фазу, граничная диффузия через границу раздела частиц.

34. Средний коэффициент теплового линейного расширения может быть выражен так

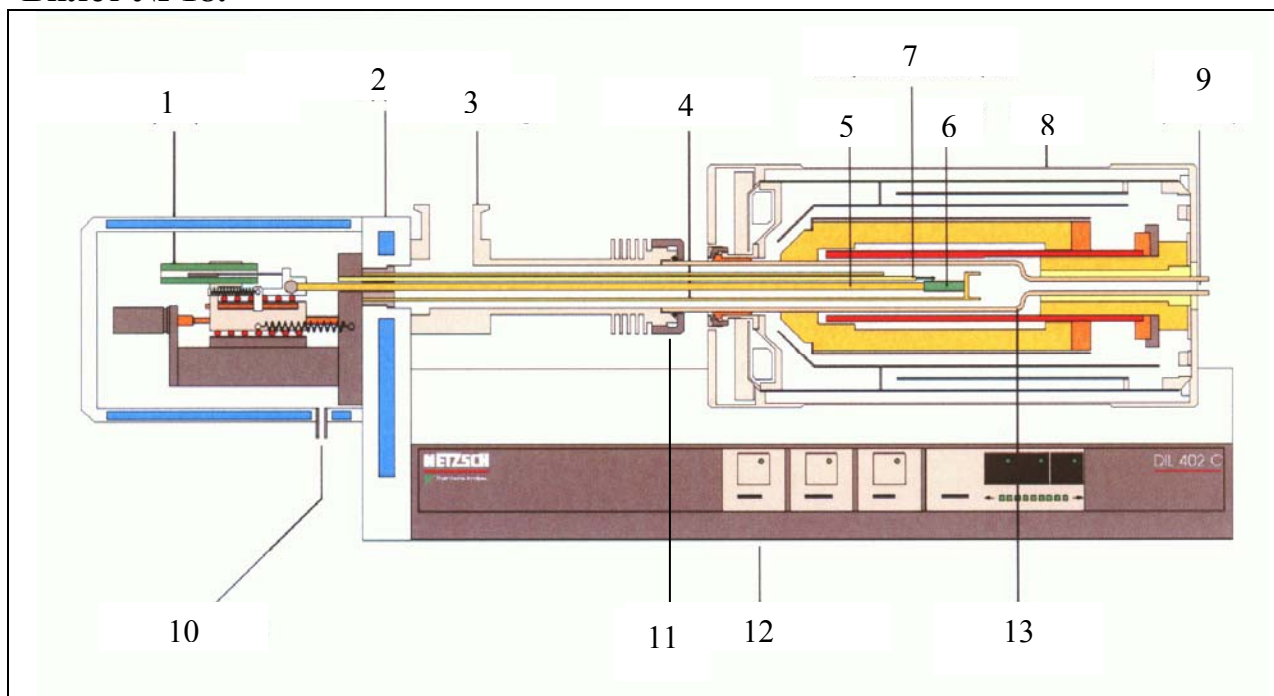
$$1. \alpha_{cp} = \frac{1}{L_0} \cdot \frac{\partial L(T)}{\partial T}$$

$$2. \alpha_{cp} = \frac{1}{L(T)} \cdot \frac{\partial L(T)}{\partial T}$$

$$3. \alpha_{cp} = \frac{1}{L_0} \left[\frac{L - L_0}{T - T_0} \right]$$

$$4. \alpha_{cp} = \frac{1}{L(T)} \cdot \frac{\Delta L(T)}{\Delta T}$$

Билет № 18.



35. Схема дилатометра серии DIL производства фирмы Netzsch GmbH.

1. 1 – датчик перемещения, 2 – термостатируемый корпус, 3 – вакуумный фланец, 4 – держатель образца, 5 – термопара, 6 – образец, 7 – толкатель, 8 – печь, 9 – выход газа на анализ, 10 – вход газа, 11 – фиксирующая гайка, 12 – основание дилатометра, 13 – вакуум плотная алундовая труба.	2. 1 – датчик перемещения, 2 – термостатируемый корпус, 3 – вакуумный фланец, 4 – держатель образца, 5 – термопара, 6 – образец, 7 – толкатель, 8 – печь, 9 – вход газа, 10 – выход газа на анализ, 11 – фиксирующая гайка, 12 – основание дилатометра, 13 – вакуум плотная алундовая труба.
3. 1 – датчик перемещения, 2 – термостатируемый корпус, 3 – вакуумный фланец, 4 – держатель образца, 5 – толкатель, 6 – образец, 7 – термопара, 8 – печь, 9 – выход газа на анализ, 10 – вход газа, 11 – фиксирующая гайка, 12 – основание дилатометра, 13 – вакуум плотная алундовая труба.	4. 1 – датчик перемещения, 2 – термостатируемый корпус, 3 – вакуумный фланец, 4 – держатель образца, 5 – толкатель, 6 – образец, 7 – термопара, 8 – печь, 9 – вход газа, 10 – выход газа на анализ, 11 – фиксирующая гайка, 12 – основание дилатометра, 13 – вакуум плотная алундовая труба.

36. Средний коэффициент теплового объемного расширения может быть выражен так

1. $\beta_{cp} = \frac{1}{V_0} \cdot \frac{\partial V(T)}{\partial T}$	2. $\beta_{cp} = \frac{1}{V_1} \left[\frac{V_1 - V_0}{T_1 - T_0} \right]$
3. $\beta_{cp} = \frac{1}{V(T)} \cdot \frac{\partial V(T)}{\partial T}$	4. $\beta_{cp} = \frac{1}{V_0} \left[\frac{V_1 - V_0}{T_1 - T_0} \right]$

Билет № 19.

37. Истинный коэффициент теплового объемного расширения может быть выражен так	
1. $\beta(T) = \frac{1}{V_0} \cdot \frac{\partial V(T)}{\partial T}$	2. $\beta(T) = \frac{1}{V_1} \left[\frac{V_1 - V_0}{T_1 - T_0} \right]$
3. $\beta(T) = \frac{1}{V(T)} \cdot \frac{\partial V(T)}{\partial T}$	4. $\beta(T) = \frac{1}{V_0} \left[\frac{V_1 - V_0}{T_1 - T_0} \right]$

38. Дилатометры серии DIL производства фирмы Netzsch GmbH принадлежит к следующему типу:	
1. интерференционные дилатометры	2. механические дилатометры
3. компараторные дилатометры	4. другие дилатометры с различными принципами действия, как правило, оптимизированные для специальных задач и использующиеся преимущественно в исследовательской практике

Билет № 20.

39. В соответствии с величинами чисел переноса дефектов к твёрдым электролитам относят все проводники с	
1. $\sum t_{\text{ион}} \approx 1$	2. $\sum t_{\text{ион}} < 1 \quad \sum t_{\text{эл}} < 1$
3. $\sum t_{\text{эл}} \approx 1$	4. $\sum t_{\text{эл}} < 1 \quad \sum t_{\text{эл}} > 1$

40. В соответствии с величинами чисел переноса дефектов к электронным проводникам относят все проводники с	
1. $\sum t_{\text{ион}} \approx 1$	2. $\sum t_{\text{ион}} < 1 \quad \sum t_{\text{эл}} < 1$
3. $\sum t_{\text{эл}} \approx 1$	4. $\sum t_{\text{эл}} < 1 \quad \sum t_{\text{эл}} > 1$

Билет № 21.

41. В соответствии с величинами чисел переноса дефектов к смешанным проводникам относят все проводники с	
1. $\sum t_{\text{ион}} \approx 1$	2. $\sum t_{\text{ион}} < 1 \quad \sum t_{\text{эл}} < 1$
3. $\sum t_{\text{эл}} \approx 1$	4. $\sum t_{\text{эл}} < 1 \quad \sum t_{\text{эл}} > 1$

42. Уравнение зависимости электронной проводимости от температуры для локализованных электронных дефектов может быть выражено так	
1. $\sigma_{\text{эл}} = A'_e T^{\pm 3/2} \exp\left(-\frac{E'_e}{kT}\right) + A'_h T^{\pm 3/2} \exp\left(-\frac{E'_h}{kT}\right)$	2. $\sigma_{\text{ион}} = \frac{A \exp\left(\frac{\Delta S}{k}\right)}{T} \exp\left(-\frac{E_A + \Delta H}{kT}\right)$
3. $\sigma_{\text{эл}} = A'_e T^{3/2} \exp\left(-\frac{E'_e}{kT}\right) + A'_h T^{3/2} \exp\left(-\frac{E'_h}{kT}\right)$	4. $\sigma_{\text{ион}} = \frac{A \exp\left(-\frac{\Delta S}{k}\right)}{T} \exp\left(-\frac{E_A + \Delta H}{kT}\right)$

Билет № 22.

43. Общая электропроводность оксида σ_t является суммой ионной и электронной проводимостей:

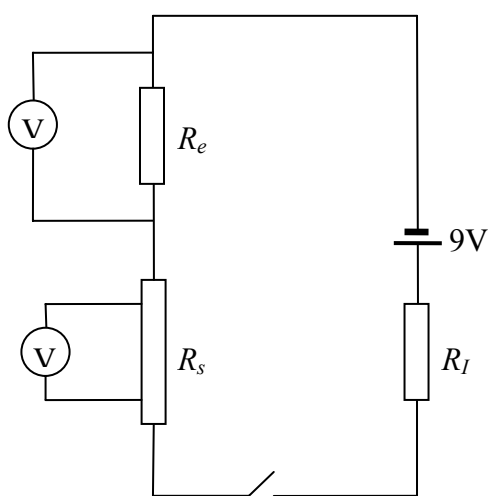
1. $\sigma_t = \sigma_{ион} + \sigma_e$	2. $\sigma_t = \sigma_{ион} - \sigma_e$
3. $\sigma_t = \sigma_{ион} - \sigma_e + \sigma_h$	4. $\sigma_t = \sigma_{ион} + \sigma_e + \sigma_h$

44. Какой метод измерения электронной проводимости высокопроводящего образца с $\sum t_{ион.} \leq 0,05$ на постоянном токе позволяет получить адекватные результаты?

1. 2-х контактный	2. 3-х контактный
3. 4-х контактный	4. 4-х проводный, 2-х контактный

Билет № 23.

45. Принципиальная электрическая схема измерения общей электропроводности 4-х контактным методом. На схеме сопротивление исследуемого образца обозначено как



1. R_I	2. R_e
3. R_S	4. $R_{обп}$

46. Если известно, что изучаемый методом кислородной проницаемости образец является электронным проводником, то уравнение для плотности потока кислорода может быть выражено так

1. $j_{O_2} = -\frac{RT}{16F^2} \sigma_{ион} \frac{d \ln P_{O_2}}{dx}$	2. $j_{O_2} = \frac{RT}{4F} \sigma_{ион} \frac{d \ln P_{O_2}}{dx}$
3. $j_{O_2} = -\frac{RT}{4F} \sigma_{ион} \frac{d \ln P_{O_2}}{dx}$	4. $j_{O_2} = \frac{RT}{4F} \sigma_{ион} \frac{d \ln P_{O_2}}{dx}$

Билет № 24.

47. В поляризационном методе расчет параметров переноса кислородных вакансий через образец основан на измерении временной зависимости напряжения ячейки типа:	
1. $O_2, Pt ZrO_2 (Y_2O_3) Pt \text{Исслед. оксид} Pt ZrO_2 (Y_2O_3) Pt, O_2$	2. $H_2, Pt \text{Исслед. оксид} Pt ZrO_2 (Y_2O_3) Pt ZrO_2 (Y_2O_3) Pt, O_2$
3. $H_2, Pt ZrO_2 (Y_2O_3) \text{Исслед. оксид} ZrO_2 (Y_2O_3) Pt, O_2$	4. $H_2, Pt ZrO_2 (Y_2O_3) Pt \text{Исслед. оксид} Pt ZrO_2 (Y_2O_3) Pt, O_2$

48. К методам получения ультрадисперсных материалов, связанным с упорядочением частиц на атомарном уровне (методы «снизу вверх») относятся	
1. конденсации паров, плазмохимический синтез, осаждение из коллоидных растворов, термическое разложение	2. конденсации паров, механосинтез, термическое разложение
3. конденсации паров, механосинтез, осаждение из коллоидных растворов, термическое разложение	4. механосинтез, осаждение из коллоидных растворов, термическое разложение

Билет № 25.

49. К методам получения ультрадисперсных материалов, связанным с диспергированием более крупных объектов (методы «сверху вниз») относятся	
1. плазмохимический синтез, электровзрыв, детонационный синтез	2. механосинтез, электровзрыв, детонационный синтез
3. термическое разложение, электровзрыв, детонационный синтез	4. механосинтез, термическое разложение, электровзрыв, детонационный синтез

50. Механическая обработка твердых смесей, при которой происходят измельчение и пластическая деформация веществ, ускоряется массоперенос, а также осуществляется перемешивание компонентов смеси на атомарном уровне и активируется химическое взаимодействие твердых реагентов – это основа какого метода синтеза?	
1. детонационный синтез	2. осаждение из коллоидных растворов
3. термическое разложение	4. механосинтез

Билет № 26.

51. Термогравиметрия – это	
1. метод термического анализа, основанный на регистрации зависимости массы образца от температуры и состава газовой фазы	2. метод термического анализа, основанный на регистрации зависимости веса образца от температуры и состава газовой фазы
3. метод термического анализа, основанный на регистрации зависимости длины образца от температуры и состава газовой фазы	4. метод термического анализа, основанный на регистрации зависимости нестехиометрии образца от температуры и состава газовой фазы

52. Дилатометрия – это	
1. метод термического анализа, основанный на регистрации зависимости веса образца от температуры и состава газовой фазы	2. метод термического анализа, основанный на регистрации зависимости длины образца от температуры и состава газовой фазы
3. метод термического анализа, основанный на регистрации зависимости массы образца от температуры и состава газовой фазы	4. метод термического анализа, основанный на регистрации зависимости нестехиометрии образца от температуры и состава газовой фазы

Билет № 27.

53. Истинный коэффициент теплового линейного расширения может быть выражен так	
1. $\alpha(T) = \frac{1}{L_0} \cdot \frac{\partial L(T)}{\partial T}$	2. $\alpha(T) = \frac{1}{L(T)} \cdot \frac{\Delta L(T)}{\Delta T}$
3. $\alpha(T) = \frac{1}{L_0} \left[\frac{L - L_0}{T - T_0} \right]$	4. $\alpha(T) = \frac{1}{L(T)} \cdot \frac{\partial L(T)}{\partial T}$

54. Изменение относительной кислородной нестехиометрии при переходе от $P_{O_2}^{(1)}, T^{(1)}$ к $P_{O_2}^{(2)}, T^{(2)}$ ($\Delta m_{обр}$, m_0 , $M_{обр}^0$, M_O - изменение массы образца, исходная масса образца, исходная молярная масса образца и молярная масса кислорода, соответственно):	
1. $\Delta \delta = \frac{\Delta m_{обр}}{m_0} \cdot \frac{M_{обр}^0}{M_O}$	2. $\delta = \frac{\Delta m_{обр}}{m_0} \cdot \frac{M_O}{M_{обр}^0}$
3. $\Delta \delta = \frac{m_0}{\Delta m_{обр}} \cdot \frac{M_{обр}^0}{M_O}$	4. $\delta = \frac{m_0}{\Delta m_{обр}} \cdot \frac{M_O}{M_{обр}^0}$

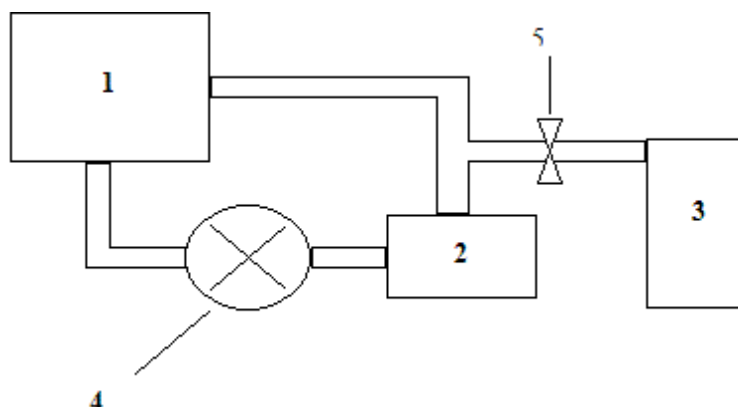
Билет № 28.

55. Движущей силой процессов спекания является	
1. равновесная поверхностная энергия (спекание ведет к её постоянству)	2. недостаточная поверхностная энергия (спекание ведет к её увеличению)
3. избыточная поверхностная энергия (спекание ведет к её уменьшению)	4. неравновесная поверхностная энергия (спекание ведет к её изменению)

56. Расчет абсолютной нестехиометрии исследуемых образцов при определённых T и P_{O_2} осуществляется по формуле (M , M_O , $m_{T,P_{O_2}}$, $M_{восст}$, $m_{восст}$ – молярная масса исследуемого оксида в стехиометрическом состоянии, молярная масса кислорода, масса оксида при T и P_{O_2} , молярная масса продуктов восстановления и масса продуктов восстановления, соответственно):	
1. $\delta_{T,P_{O_2}} = \frac{M}{M_O} + \frac{m_{T,P_{O_2}} m_{восст}}{M_{восст} M_O}$	2. $\delta_{T,P_{O_2}} = \frac{M}{M_O} + \frac{m_{T,P_{O_2}} m_{восст}}{M_{восст} M_O}$
3. $\delta_{T,P_{O_2}} = \frac{M_{восст}}{M_O} - \frac{m_{T,P_{O_2}} M_{восст}}{m_{восст} M_O}$	4. $\delta_{T,P_{O_2}} = \frac{M}{M_O} - \frac{m_{T,P_{O_2}} M_{восст}}{m_{восст} M_O}$

Билет № 29.

57. Блок-схема экспериментальной установки для определения кислородной нестехиометрии.



Цифрами обозначены:

1. 1 – термовесы Netzsch STA 409 PC, 2 – генератор водорода, 3 – циркуляционный мембранный насос, 4 – блок контроля парциального давления кислорода, 5 – клапан	2. 1 – термовесы Netzsch STA 409 PC, 2 – блок контроля парциального давления кислорода, 3 – генератор водорода, 4 – циркуляционный мембранный насос, 5 – клапан
3. 1 – термовесы Netzsch STA 409 PC, 2 – блок контроля парциального давления кислорода, 3 – циркуляционный мембранный насос, 4 – генератор водорода, 5 – клапан	4. 1 – термовесы Netzsch STA 409 PC, 2 – генератор водорода, 3 – блок контроля парциального давления кислорода, 4 – циркуляционный мембранный насос, 5 – клапан

58. Газофазный синтез – это

2. Испарение металла, сплава или полупроводника при контролируемой температуре в атмосфере инертного газа низкого давления с последующей конденсацией пара вблизи холодной поверхности или на ней	1. Способ получения наночастиц с помощью коллоидных растворов заключающийся в их синтезе из исходных реагентов раствора и прерывании реакции в определенный момент времени, после чего дисперсная система переводится из жидкого коллоидного состояния в дисперсное твердое.
3. Взрыв проводника при прохождении по нему мощного импульса тока длительностью с и плотностью 10^4 — 10^6 А/мм ² с последующей конденсацией в инертной среде или среде, содержащей реагенты.	4. Разложение сложных элементо- и металлоорганических соединений, гидроксидов, карбониллов, формиатов, нитратов, оксалатов, амидов и имидов металлов, которое протекает при определенной температуре с образованием синтезируемого вещества и выделением газовой фазы

Билет № 30.

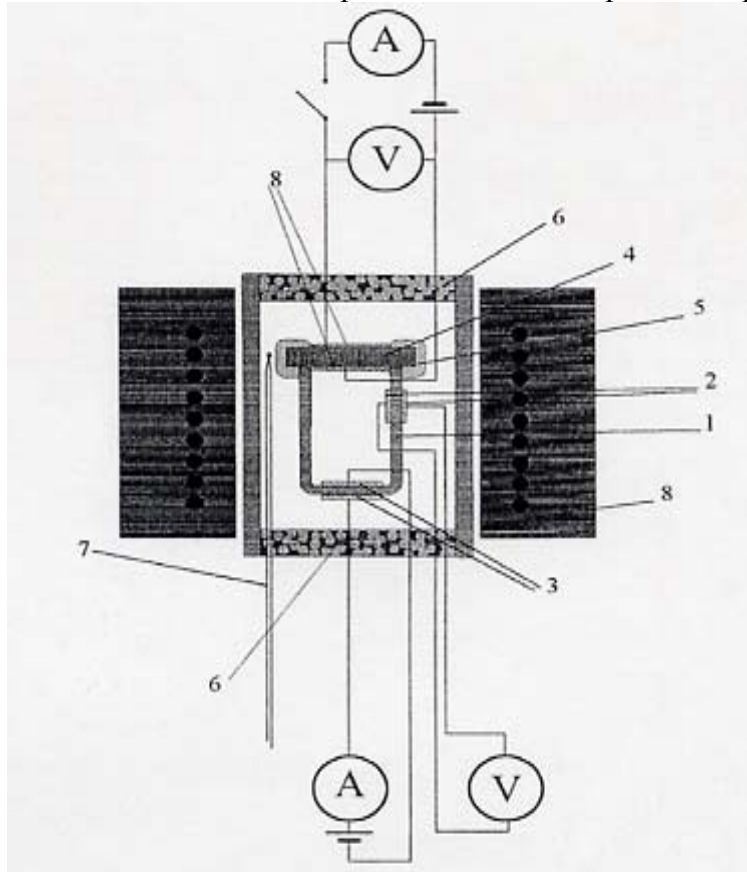
59. Осаждение из коллоидных растворов – это	
1. Испарение металла, сплава или полупроводника при контролируемой температуре в атмосфере инертного газа низкого давления с последующей конденсацией пара вблизи холодной поверхности или на ней	2. Разложение сложных элементо- и металлоорганических соединений, гидроксидов, карбониллов, формиатов, нитратов, оксалатов, амидов и имидов металлов, которое протекает при определенной температуре с образованием синтезируемого вещества и выделением газовой фазы
3. Способ получения наночастиц с помощью коллоидных растворов заключающийся в их синтезе из исходных реагентов раствора и прерывании реакции в определенный момент времени, после чего дисперсная система переводится из жидкого коллоидного состояния в дисперсное твердое.	4. Взрыв проводника при прохождении по нему мощного импульса тока длительностью с и плотностью 10^4 — 10^6 А/мм ² с последующей конденсацией в инертной среде или среде, содержащей реагенты.

60. Термическое разложение – это	
1. Способ получения наночастиц с помощью коллоидных растворов заключающийся в их синтезе из исходных реагентов раствора и прерывании реакции в определенный момент времени, после чего дисперсная система переводится из жидкого коллоидного состояния в дисперсное твердое.	2. Взрыв проводника при прохождении по нему мощного импульса тока длительностью с и плотностью 10^4 — 10^6 А/мм ² с последующей конденсацией в инертной среде или среде, содержащей реагенты.
3. Разложение сложных элементо- и металлоорганических соединений, гидроксидов, карбониллов, формиатов, нитратов, оксалатов, амидов и имидов металлов, которое протекает при определенной температуре с образованием синтезируемого вещества и выделением газовой фазы	4. Испарение металла, сплава или полупроводника при контролируемой температуре в атмосфере инертного газа низкого давления с последующей конденсацией пара вблизи холодной поверхности или на ней

Билет № 31.

61. Электровзрыв – это	
1. Разложение сложных элементо- и металлоорганических соединений, гидроксидов, карбониллов, формиатов, нитратов, оксалатов, амидов и имидов металлов, которое протекает при определенной температуре с образованием синтезируемого вещества и выделением газовой фазы	2. Испарение металла, сплава или полупроводника при контролируемой температуре в атмосфере инертного газа низкого давления с последующей конденсацией пара вблизи холодной поверхности или на ней
3. Способ получения наночастиц с помощью коллоидных растворов заключающийся в их синтезе из исходных реагентов раствора и прерывании реакции в определенный момент времени, после чего дисперсная система переводится из жидкого коллоидного состояния в дисперсное твердое.	4. Взрыв проводника при прохождении по нему мощного импульса тока длительностью с и плотностью 10^4 — 10^6 А/мм ² с последующей конденсацией в инертной среде или среде, содержащей реагенты.

62. Схема ячейки для определения чисел переноса дефектов в оксидном проводнике.



Цифрами обозначены:

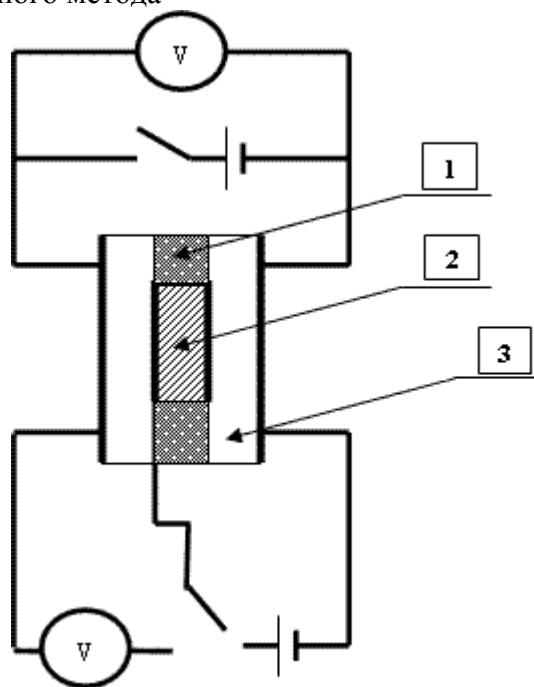
<p>1. 1 – пористая керамическая вставка; 2 – пористые платиновые электроды кислородного датчика; 3 – пористые платиновые электроды кислородного насоса; 4 – таблетка исследуемого оксида; 5 – высокотемпературное стекло-герметик; 6 – пробирка из $Zr_{0.9}Y_{0.1}O_2$; 7 – термопара; 8 – пористые платиновые электроды, нанесённые на образец.</p>	<p>2. 1 – пробирка из $Zr_{0.9}Y_{0.1}O_2$; 2 – пористые платиновые электроды кислородного датчика; 3 – пористые платиновые электроды кислородного насоса; 4 – таблетка исследуемого оксида; 5 – пористая керамическая вставка; 6 – высокотемпературное стекло-герметик; 7 – термопара; 8 – пористые платиновые электроды, нанесённые на образец.</p>
<p>3. 1 – пробирка из $Zr_{0.9}Y_{0.1}O_2$; 2 – пористые платиновые электроды кислородного датчика; 3 – пористые платиновые электроды кислородного насоса; 4 – термопара; 5 – высокотемпературное стекло-герметик; 6 – пористая керамическая вставка; 7 – таблетка исследуемого оксида; 8 – пористые платиновые электроды, нанесённые на образец.</p>	<p>4. 1 – пробирка из $Zr_{0.9}Y_{0.1}O_2$; 2 – пористые платиновые электроды кислородного датчика; 3 – пористые платиновые электроды кислородного насоса; 4 – таблетка исследуемого оксида; 5 – высокотемпературное стекло-герметик; 6 – пористая керамическая вставка; 7 – термопара; 8 – пористые платиновые электроды, нанесённые на образец.</p>

Билет № 32.

63. Плотность потока частиц сорта $i - j_i$ определяется так ($\mu_i = \mu_i^0 + kT \ln C_i$ – химический потенциал частиц i -го сорта, x – координата, $z_i e$ – заряд частицы, C_i – концентрация частиц i -го сорта, Q_i^* – теплота переноса частиц сорта i , k – постоянная Больцмана, D_i – коэффициент самодиффузии, σ_i – парциальная электропроводность частиц i -го сорта):

1. $j_i = -\frac{\sigma_i}{z_i e} \left[\frac{\partial \mu_i}{\partial x} + z_i e \frac{\partial \varphi_i}{\partial x} + \frac{Q_i^*}{T} \frac{\partial T}{\partial x} \right]$	2. $j_i = -\frac{\sigma_i}{(z_i e)^2} \left[\frac{\partial \mu_i}{\partial x} + \frac{\partial \varphi_i}{\partial x} + \frac{Q_i^*}{T} \frac{\partial T}{\partial x} \right]$
3. $j_i = -\frac{\sigma_i}{(z_i e)^2} \left[\frac{\partial \mu_i}{\partial x} + z_i e \frac{\partial \varphi_i}{\partial x} + \frac{Q_i^*}{T} \frac{\partial T}{\partial x} \right]$	4. $j_i = -\frac{\sigma_i}{(z_i e)^2} \left[\frac{\partial \mu_i}{\partial x} + (z_i e)^2 \frac{\partial \varphi_i}{\partial x} + \frac{Q_i^*}{T} \frac{\partial T}{\partial x} \right]$

64. Схема поляризационного метода



Цифрами обозначены:

1. 1 – высокотемпературное стекло, 2 – стабилизированный оксид циркония, 3 – таблетка исследуемого оксида	2. 1 – стабилизированный оксид циркония, 2 – таблетка исследуемого оксида, 3 – высокотемпературное стекло
3. 1 – таблетка исследуемого оксида, 2 – высокотемпературное стекло, 3 – стабилизированный оксид циркония	4. 1 – высокотемпературное стекло, 2 – таблетка исследуемого оксида, 3 – стабилизированный оксид циркония

Билет № 33.

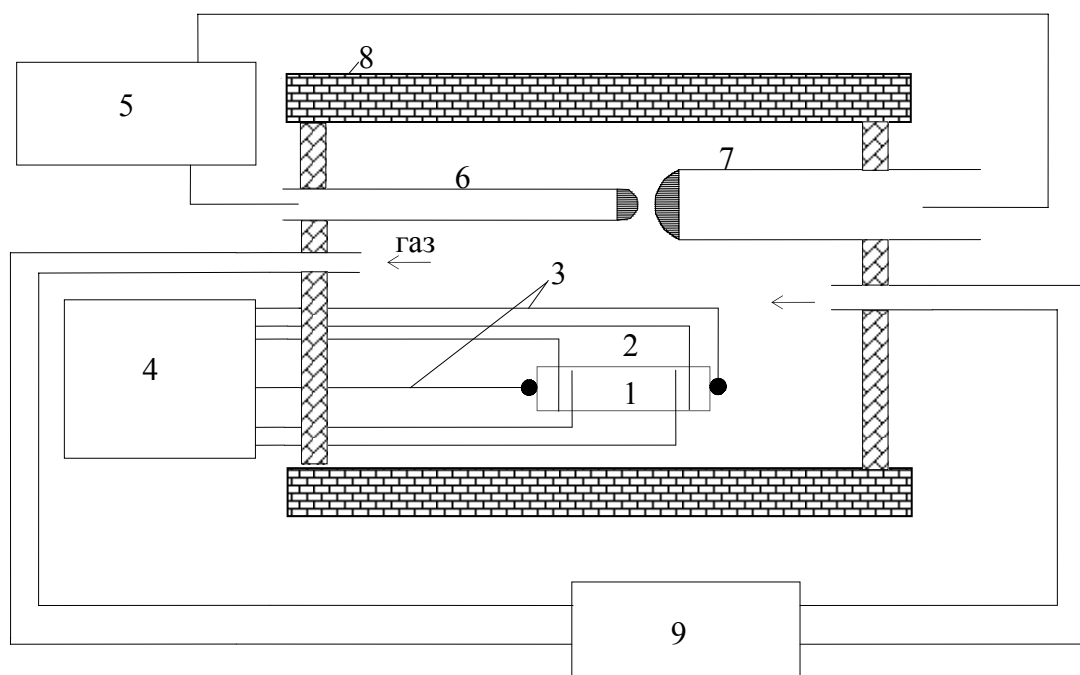
65. Напряжение поляризации U_p определяется так (j – плотность тока, L – толщина образца, σ_i – кислород-ионная электропроводность, t_e – число переноса электронов, τ – время релаксации образца):

1. $U_p(t) = \frac{jL}{\sigma_i} + \frac{jLt_e}{\sigma_i} \left(\frac{8}{\pi^2} \exp(t/\tau) \right)$	2. $U_p(t) = -\frac{jL}{\sigma_i} + \frac{jLt_e}{\sigma_i} \left(\frac{8}{\pi^2} \exp(-t/\tau) \right)$
3. $U_p(t) = -\frac{jL}{\sigma_i} + \frac{jLt_e}{\sigma_i} \left(\frac{8}{\pi^2} \exp(-t) \right)$	4. $U_p(t) = -\frac{jL}{\sigma_i} + \frac{1}{\sigma_i} \left(\frac{8}{\pi^2} \exp(-t/\tau) \right)$

66. Напряжение деполяризации U_d определяется так (j – плотность тока, L – толщина образца, σ_i – кислород-ионная электропроводность, t_e – число переноса электронов, τ – время релаксации образца):	
1. $U_d(t) = \frac{jLt_e}{\sigma_i} \left(\frac{8}{\pi^2} \exp(t/\tau) \right)$	2. $U_d(t) = -\frac{jLt_e}{\sigma_i} \left(\frac{8}{\pi^2} \exp(t) \right)$
3. $U_d(t) = -\frac{jLt_e}{\sigma_i} \left(\frac{8}{\pi^2} \exp(-t/\tau) \right)$	4. $U_d(t) = -\frac{1}{\sigma_i} \left(\frac{8}{\pi^2} \exp(t/\tau) \right)$

Билет № 34.

67. Принципиальная схема установки для измерения общей электропроводности и термо-ЭДС исследуемого образца.



Цифрами обозначены:

1. 1 – исследуемый образец, 2 – платиновые токоподводы, 3 – термопары, 4 – вольтметр, 5 – многофункциональный регулятор Zirconia318, 6 – кислородный датчик, 7 – кислородный насос, 8 – реактор с изолированной газовой атмосферой, размещенный в высокотемпературной печи, 9 – циркуляционный насос.	2. 1 – исследуемый образец, 2 – термопары, 3 – платиновые токоподводы, 4 – вольтметр, 5 – многофункциональный регулятор Zirconia318, 6 – кислородный датчик, 7 – кислородный насос, 8 – реактор с изолированной газовой атмосферой, размещенный в высокотемпературной печи, 9 – циркуляционный насос.
3. 1 – исследуемый образец, 2 – платиновые токоподводы, 3 – термопары, 4 – многофункциональный регулятор Zirconia318, 5 – вольтметр, 6 – кислородный датчик, 7 – кислородный насос, 8 – реактор с изолированной газовой атмосферой, размещенный в высокотемпературной печи, 9 – циркуляционный насос.	4. 1 – исследуемый образец, 2 – платиновые токоподводы, 3 – термопары, 4 – вольтметр, 5 – циркуляционный насос, 6 – кислородный датчик, 7 – кислородный насос, 8 – реактор с изолированной газовой атмосферой, размещенный в высокотемпературной печи, 9 – многофункциональный регулятор Zirconia318.

68. Уравнение Вульфа-Брэггов (d – межплоскостное расстояние, n – порядок отражения):	
1. $d \sin 2\Theta = n\lambda$	2. $d \sin \Theta = n\lambda$
3. $2d \sin 2\Theta = n\lambda$	4. $2d \sin \Theta = n\lambda$

Билет № 35.

69. Уравнение первого закона Фика:	
1. $j_i = D_i \frac{\partial C_i}{\partial x}$	2. $j_i = -D_i \frac{\partial C_i}{\partial x}$
3. $j_i = -\frac{\sigma_i}{(z_i e)^2} \frac{\partial \varphi}{\partial x}$	4. $j_i = -\frac{\sigma_i}{ z_i e} \frac{\partial \varphi}{\partial x}$

70. Уравнение второго закона Фика:	
1. $j_i = -\frac{\sigma_i}{ z_i e} \frac{\partial \varphi}{\partial x}$	2. $j_i = -\frac{\sigma_i}{(z_i e)^2} \frac{\partial \varphi}{\partial x}$
3. $j_i = -D_i \frac{\partial C_i}{\partial x}$	4. $j_i = D_i \frac{\partial C_i}{\partial x}$

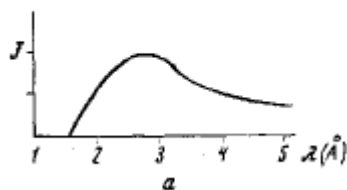
Билет № 36.

71. Уравнение зависимости ионной проводимости от температуры	
1. $\sigma_{\text{ион}} = \frac{A \exp\left(-\frac{\Delta S}{k}\right)}{T} \exp\left(-\frac{E_A}{kT}\right)$	2. $\sigma_{\text{ион}} = \frac{A \exp\left(-\frac{\Delta S}{k}\right)}{T} \exp\left(-\frac{E_A + \Delta H}{kT}\right)$
3. $\sigma_{\text{ион}} = \frac{A \exp\left(\frac{\Delta S}{k}\right)}{T} \exp\left(-\frac{E_A}{kT}\right)$	4. $\sigma_{\text{ион}} = \frac{A \exp\left(\frac{\Delta S}{k}\right)}{T} \exp\left(-\frac{E_A + \Delta H}{kT}\right)$

72. Уравнение зависимости электронной проводимости от температуры для квазисвободных электронных дефектов может быть выражено так	
1. $\sigma_{эл} = A'_e T^{3/2} \exp\left(-\frac{E'_e}{kT}\right) + A'_h T^{3/2} \exp\left(-\frac{E'_h}{kT}\right)$	2. $\sigma_{\text{ион}} = \frac{A \exp\left(\frac{\Delta S}{k}\right)}{T} \exp\left(-\frac{E_A + \Delta H}{kT}\right)$
3. $\sigma_{эл} = A'_e T^{\pm 3/2} \exp\left(-\frac{E'_e}{kT}\right) + A'_h T^{\pm 3/2} \exp\left(-\frac{E'_h}{kT}\right)$	4. $\sigma_{\text{ион}} = \frac{A \exp\left(-\frac{\Delta S}{k}\right)}{T} \exp\left(-\frac{E_A + \Delta H}{kT}\right)$

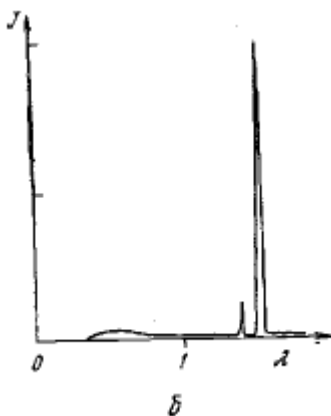
Билет № 37.

73. Спектр испускания рентгеновских лучей



1. при напряжении, большем напряжения возбуждения	2. при напряжении, меньшем напряжения возбуждения
3. при напряжении, значительно меньшем напряжения возбуждения	4. при напряжении, равном напряжению возбуждения

74. Спектр испускания рентгеновских лучей



1. при напряжении, меньшем напряжения возбуждения	2. при напряжении, равном напряжению возбуждения
3. при напряжении, значительно большем напряжения возбуждения	4. при напряжении, большем напряжения возбуждения

Билет № 38.

75. Сколько выведено возможных типов пространственных решеток Браве для разных сингоний?

1. 15	2. 14
3. 13	4. 12

76. Элементами симметрии являются

1. центры симметрии, оси симметрии 1-го, 2, 3, 4 и 6-го порядков и плоскости симметрии	2. центры симметрии, оси симметрии 1-го, 2, 3, 4, 5 и 6-го порядков и плоскости симметрии
3. центры симметрии, оси симметрии 1-го, 2, 4, 5 и 6-го порядков и плоскости симметрии	4. центры симметрии, оси симметрии 1-го, 2, 4 и 6-го порядков и плоскости симметрии

Билет № 39.

77. С какими серийными приборами для анализа газов, выделяющихся в ходе ТГ анализа сопрягаются серийно выпускаемые ТГ анализаторы?	
1. ИК-спектрометр, хроматограф, УФ-спектрометр	2. ИК-спектрометр, хроматограф, масс-спектрометр
3. УФ-спектрометр, хроматограф, масс-спектрометр	4. УФ-спектрометр, хромато-масс-спектрометр

78. Интерференционные дилатометры	
1. используются для измерения линейного коэффициента термического расширения (ЛКТР) образцов больших размеров, в особенности при высоких температурах. В этом случае измеряется разность длин двух мер, одна из которых образец, вторая - исходная мера, у которой известен ЛКТР и ее длина.	2. используют монохроматические источники света с большой длиной когерентности и высокой стабильностью длины волны излучения и обеспечивают максимальную точность в определении размеров и изменения размеров образцов.
3. обязательно содержат промежуточное звено, передающего удлинение. При измерении удлинения на подобных дилатометрах тепловое расширение образца вызывает перемещение рычага, которое механически передается либо стрелке показывающего прибора, либо автоматически регистрируется. Такого типа дилатометры могут работать в атмосфере, вакууме или защитной среде. Механические дилатометры наиболее широко распространены в практике лабораторных и промышленных измерений, так как они более производительны и в большинстве случаев не требуют операторов высокой квалификации.	

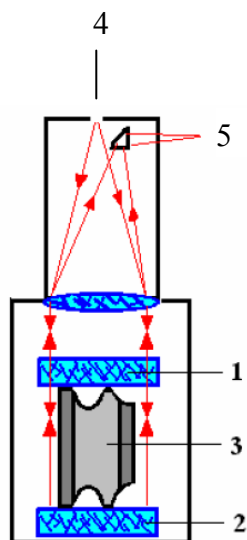
Билет № 40.

79. Компараторные дилатометры	
1. используются для измерения линейного коэффициента термического расширения (ЛКТР) образцов больших размеров, в особенности при высоких температурах. В этом случае измеряется разность длин двух мер, одна из которых образец, вторая - исходная мера, у которой известен ЛКТР и ее длина.	2. используют монохроматические источники света с большой длиной когерентности и высокой стабильностью длины волны излучения и обеспечивают максимальную точность в определении размеров и изменения размеров образцов.
3. обязательно содержат промежуточное звено, передающего удлинение. При измерении удлинения на подобных дилатометрах тепловое расширение образца вызывает перемещение рычага, которое механически передается либо стрелке показывающего прибора, либо автоматически регистрируется. Такого типа дилатометры могут работать в атмосфере, вакууме или защитной среде. Механические дилатометры наиболее широко распространены в практике лабораторных и промышленных измерений, так как они более производительны и в большинстве случаев не требуют операторов высокой квалификации.	

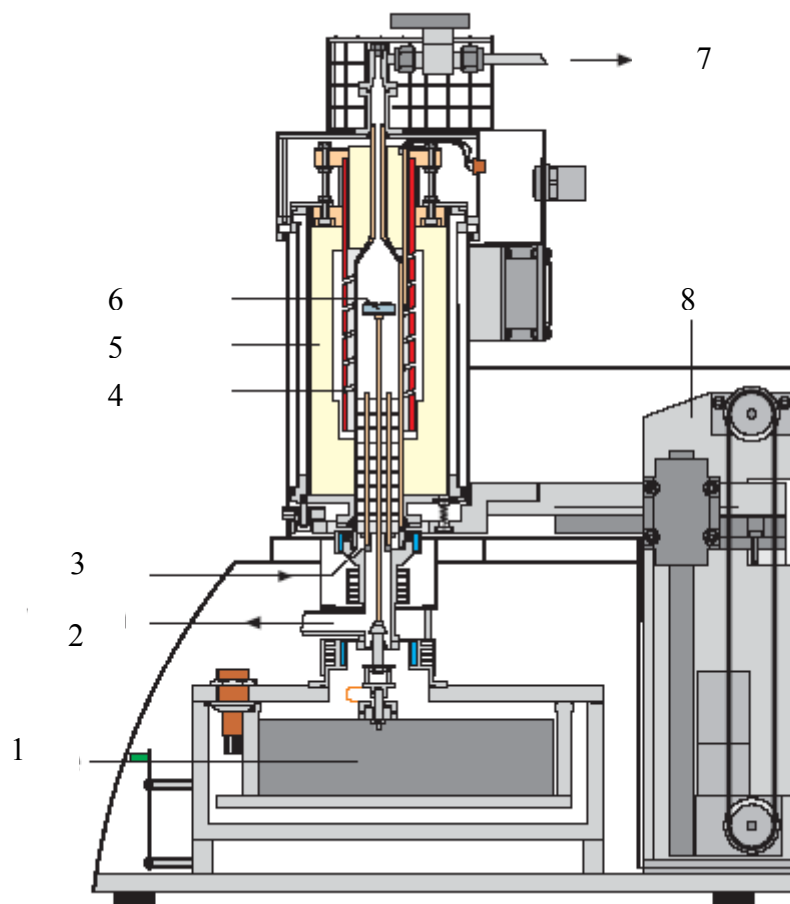
80. Механические дилатометры.	
1. используют монохроматические источники света с большой длиной когерентности и высокой стабильностью длины волны излучения и обеспечивают максимальную точность в определении размеров и изменения размеров образцов.	2. используются для измерения линейного коэффициента термического расширения (ЛКТР) образцов больших размеров, в особенности при высоких температурах. В этом случае измеряется разность длин двух мер, одна из которых образец, вторая - исходная мера, у которой известен ЛКТР и ее длина.
3. обязательно содержат промежуточное звено, передающего удлинение. При измерении удлинения на подобных дилатометрах тепловое расширение образца вызывает перемещение рычага, которое механически передается либо стрелке показывающего прибора, либо автоматически регистрируется. Такого типа дилатометры могут работать в атмосфере, вакууме или защитной среде. Механические дилатометры наиболее широко распространены в практике лабораторных и промышленных измерений, так как они более производительны и в большинстве случаев не требуют операторов высокой квалификации.	

Билет № 41.

81. Схема интерферометра Физо



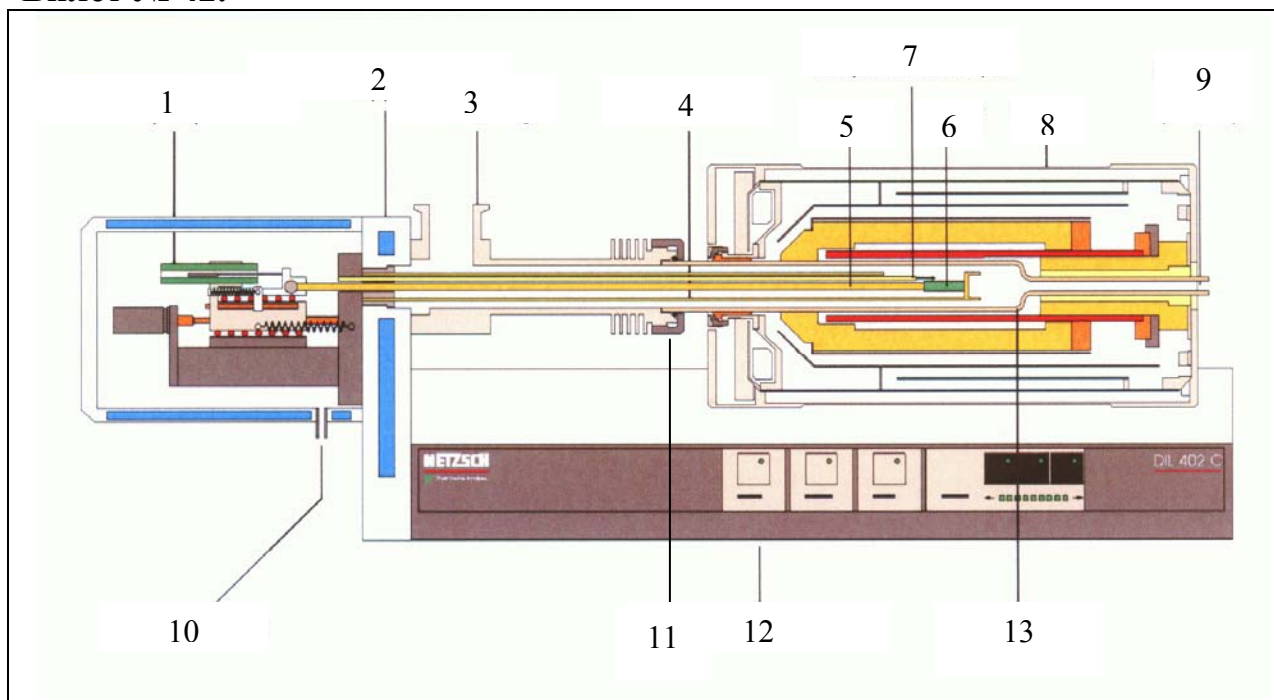
1. 1 – интерференционная пластина, 2 – зеркало, 3 – исследуемый образец, 4 – источник света, 5 – детектор.	2. 1,2 – интерференционные пластины, 3 – исследуемый образец, 4 – детектор, 5 – источник света.
3. 1 – интерференционная пластина, 2 – зеркало, 3 – исследуемый образец, 4 – детектор, 5 – источник света.	4. 1,2 – интерференционные пластины, 3 – исследуемый образец, 4 – источник света, 5 – детектор.



82. Схема термовесов Netzsch STA 409 PC

1. 1 – весовой блок, 2 – выход газа, 3 – ввод газа, 4 – вакуумплотная алундовая защитная труба, 5 – печь, 6 – тигель с образцом, 7 – вакуумный фланец, 8 – механизм подъёма печи	2. 1 – механизм подъёма печи, 2 – вакуумный фланец, 3 – ввод газа, 4 – вакуумплотная алундовая защитная труба, 5 – печь, 6 – тигель с образцом, 7 – выход газа, 8 – весовой блок
3. 1 – весовой блок, 2 – вакуумный фланец, 3 – ввод газа, 4 – вакуумплотная алундовая защитная труба, 5 – печь, 6 – тигель с образцом, 7 – выход газа, 8 – механизм подъёма печи	4. 1 – весовой блок, 2 – вакуумный фланец, 3 – ввод газа, 4 – печь, 5 – вакуумплотная алундовая защитная труба, 6 – тигель с образцом, 7 – выход газа, 8 – механизм подъёма печи

Билет № 42.



83. Схема дилатометра серии DIL производства фирмы Netzsch GmbH.

1. 1 – датчик перемещения, 2 – термостатируемый корпус, 3 – вакуумный фланец, 4 – держатель образца, 5 – толкатель, 6 – образец, 7 – термопара, 8 – печь, 9 – выход газа на анализ, 10 – вход газа, 11 – фиксирующая гайка, 12 – основание дилатометра, 13 – вакуум плотная алундовая труба.	2. 1 – датчик перемещения, 2 – термостатируемый корпус, 3 – вакуумный фланец, 4 – держатель образца, 5 – термопара, 6 – образец, 7 – толкатель, 8 – печь, 9 – вход газа, 10 – выход газа на анализ, 11 – фиксирующая гайка, 12 – основание дилатометра, 13 – вакуум плотная алундовая труба.
3. 1 – датчик перемещения, 2 – термостатируемый корпус, 3 – вакуумный фланец, 4 – держатель образца, 5 – термопара, 6 – образец, 7 – толкатель, 8 – печь, 9 – выход газа на анализ, 10 – вход газа, 11 – фиксирующая гайка, 12 – основание дилатометра, 13 – вакуум плотная алундовая труба.	4. 1 – датчик перемещения, 2 – термостатируемый корпус, 3 – вакуумный фланец, 4 – держатель образца, 5 – толкатель, 6 – образец, 7 – термопара, 8 – печь, 9 – вход газа, 10 – выход газа на анализ, 11 – фиксирующая гайка, 12 – основание дилатометра, 13 – вакуум плотная алундовая труба.

84. При спекании происходят процессы усадки твердого тела, изменения формы пор, рост зерен. Под действием капиллярных сил между частицами возникают контактные перешейки, их рост возможен благодаря нескольким механизмам массопереноса:

1. псевдо-текучего течения, объемной диффузии, поверхностной диффузии, перенос через газовую фазу, граничная диффузия через границу раздела частиц.	2. вязкого течения, объемной диффузии, поверхностной диффузии, граничная диффузия через границу раздела частиц.
3. вязкого течения, объемной диффузии, поверхностной диффузии, перенос через газовую фазу, граничная диффузия через границу раздела частиц.	4. вязкого течения, объемной диффузии, поверхностной диффузии, перенос через газовую фазу, граничная диффузия вдоль границ раздела частиц.

Билет № 43.

85. Средний коэффициент теплового линейного расширения может быть выражен так	
1. $\alpha_{cp} = \frac{1}{L(T)} \cdot \frac{\partial L(T)}{\partial T}$	2. $\alpha_{cp} = \frac{1}{L_0} \cdot \frac{\partial L(T)}{\partial T}$
3. $\alpha_{cp} = \frac{1}{L_0} \left[\frac{L - L_0}{T - T_0} \right]$	4. $\alpha_{cp} = \frac{1}{L(T)} \cdot \frac{\Delta L(T)}{\Delta T}$

86. Средний коэффициент теплового объемного расширения может быть выражен так	
1. $\beta_{cp} = \frac{1}{V_0} \cdot \frac{\partial V(T)}{\partial T}$	2. $\beta_{cp} = \frac{1}{V_0} \left[\frac{V_1 - V_0}{T_1 - T_0} \right]$
3. $\beta_{cp} = \frac{1}{V(T)} \cdot \frac{\partial V(T)}{\partial T}$	4. $\beta_{cp} = \frac{1}{V_1} \left[\frac{V_1 - V_0}{T_1 - T_0} \right]$

Билет № 44.

87. Истинный коэффициент теплового объемного расширения может быть выражен так	
1. $\beta(T) = \frac{1}{V(T)} \cdot \frac{\partial V(T)}{\partial T}$	2. $\beta(T) = \frac{1}{V_1} \left[\frac{V_1 - V_0}{T_1 - T_0} \right]$
3. $\beta(T) = \frac{1}{V_0} \cdot \frac{\partial V(T)}{\partial T}$	4. $\beta(T) = \frac{1}{V_0} \left[\frac{V_1 - V_0}{T_1 - T_0} \right]$

88. Дилатометры серии DIL производства фирмы Netzsch GmbH принадлежит к следующему типу:	
1. интерференционные дилатометры	2. другие дилатометры с различными принципами действия, как правило, оптимизированные для специальных задач и использующиеся преимущественно в исследовательской практике
3. компараторные дилатометры	4. механические дилатометры

Билет № 45.

89. В соответствии с величинами чисел переноса дефектов к твёрдым электролитам относят все проводники с	
1. $\sum t_{эл} < 1 \quad \sum t_{эл} > 1$	2. $\sum t_{ион} \approx 1$
3. $\sum t_{ион} < 1 \quad \sum t_{эл} < 1$	4. $\sum t_{эл} \approx 1$

90. В соответствии с величинами чисел переноса дефектов к электронным проводникам относят все проводники с	
1. $\sum t_{эл} < 1 \quad \sum t_{эл} > 1$	2. $\sum t_{ион} \approx 1$
3. $\sum t_{ион} < 1 \quad \sum t_{эл} < 1$	4. $\sum t_{эл} \approx 1$

Билет № 46.

91. В соответствии с величинами чисел переноса дефектов к смешанным проводникам относят все проводники с	
1. $\sum t_{эл} < 1$ $\sum t_{эл} > 1$	2. $\sum t_{ион} \approx 1$
3. $\sum t_{ион} < 1$ $\sum t_{эл} < 1$	4. $\sum t_{эл} \approx 1$

92. Уравнение зависимости электронной проводимости от температуры для локализованных электронных дефектов может быть выражено так	
1. $\sigma_{эл} = A'_e T^{\pm 3/2} \exp\left(-\frac{E'_e}{kT}\right) + A'_h T^{\pm 3/2} \exp\left(\frac{-E'_h}{kT}\right)$	2. $\sigma_{ион} = \frac{A \exp\left(-\frac{\Delta S}{k}\right)}{T} \exp\left(-\frac{E_A + \Delta H}{kT}\right)$
3. $\sigma_{эл} = A'_e T^{3/2} \exp\left(-\frac{E'_e}{kT}\right) + A'_h T^{3/2} \exp\left(\frac{-E'_h}{kT}\right)$	4. $\sigma_{ион} = \frac{A \exp\left(\frac{\Delta S}{k}\right)}{T} \exp\left(-\frac{E_A + \Delta H}{kT}\right)$

Билет № 47.

93. Общая электропроводность оксида σ_t является суммой ионной и электронной проводимостей:	
1. $\sigma_t = \sigma_{ион} + \sigma_e$	2. $\sigma_t = \sigma_{ион} - \sigma_e$
3. $\sigma_t = \sigma_{ион} + \sigma_e + \sigma_h$	4. $\sigma_t = \sigma_{ион} - \sigma_e + \sigma_h$

94. Какой метод измерения электронной проводимости высокопроводящего образца с $\sum t_{ион.} \leq 0,05$ на постоянном токе позволяет получить адекватные результаты?	
1. 4-х контактный	2. 3-х контактный
3. 2-х контактный	4. 4-х проводный, 2-х контактный

Билет № 48.

95. Принципиальная электрическая схема измерения общей электропроводности 4-х контактным методом. На схеме сопротивление исследуемого образца обозначено как			
			
1. R_I		2. R_S	
3. R_e		4. $R_{обр}$	

96. Если известно, что изучаемый методом кислородной проницаемости образец является электронным проводником, то уравнение для плотности потока кислорода может быть выражено так	
1. $j_{O_2} = -\frac{RT}{4F} \sigma_{ion} \frac{d \ln P_{O_2}}{dx}$	2. $j_{O_2} = \frac{RT}{4F} \sigma_{ion} \frac{d \ln P_{O_2}}{dx}$
3. $j_{O_2} = -\frac{RT}{16F^2} \sigma_{ion} \frac{d \ln P_{O_2}}{dx}$	4. $j_{O_2} = \frac{RT}{4F} \sigma_{ion} \frac{d \ln P_{O_2}}{dx}$

Билет № 49.

97. В поляризационном методе расчет параметров переноса кислородных вакансий через образец основан на измерении временной зависимости напряжения ячейки типа:	
1. H ₂ , Pt ZrO ₂ (Y ₂ O ₃) Pt Исслед. оксид Pt ZrO ₂ (Y ₂ O ₃) Pt, O ₂	2. H ₂ , Pt Исслед. оксид Pt ZrO ₂ (Y ₂ O ₃) Pt ZrO ₂ (Y ₂ O ₃) Pt, O ₂
3. H ₂ , Pt ZrO ₂ (Y ₂ O ₃) Исслед. оксид ZrO ₂ (Y ₂ O ₃) Pt, O ₂	4. O ₂ , Pt ZrO ₂ (Y ₂ O ₃) Pt Исслед. оксид Pt ZrO ₂ (Y ₂ O ₃) Pt, O ₂

98. К методам получения ультрадисперсных материалов, связанным с упорядочением частиц на атомарном уровне (методы «снизу вверх») относятся	
1. конденсации паров, механосинтез, осаждение из коллоидных растворов, термическое разложение	2. конденсации паров, механосинтез, термическое разложение
3. конденсации паров, плазмохимический синтез, осаждение из коллоидных растворов, термическое разложение	4. механосинтез, осаждение из коллоидных растворов, термическое разложение

Билет № 50.

99. К методам получения ультрадисперсных материалов, связанным с диспергированием более крупных объектов (методы «сверху вниз») относятся	
1. плазмохимический синтез, электровзрыв, детонационный синтез	2. механосинтез, термическое разложение, электровзрыв, детонационный синтез
3. термическое разложение, электровзрыв, детонационный синтез	4. механосинтез, электровзрыв, детонационный синтез

100. Механическая обработка твердых смесей, при которой происходят измельчение и пластическая деформация веществ, ускоряется массоперенос, а также осуществляется перемешивание компонентов смеси на атомарном уровне и активируется химическое взаимодействие твердых реагентов – это основа какого метода синтеза?	
1. детонационный синтез	2. механосинтез
3. термическое разложение	4. осаждение из коллоидных растворов

III. Распределение часов курса по темам и видам работ

№ п/п	Тема, раздел.	Учебный план, часов.				
		Аудиторные занятия			Самост оятельн ая работа	Итого по темам
		Лекции	Семина ры	Лабора- торные работы		
1	Синтез ультрадисперсных материалов и нанопорошков	2	0	2	10	14
2	Рентгеновский фазовый и структурный анализ	2	2	4	14	22
3	Методы термического анализа.	2	0	10	14	26
4	Электрофизические методы исследования	2	0	10	12	24
	Всего	8	2	26	50	86

IV. Форма итогового контроля

Зачёт

V. Учебно-методическое обеспечение курса

Рекомендуемая литература

1. Креггер Ф. Химия несовершенных кристаллов. - М. Мир. 1969, 654 с.
2. Хенней Н. Химия твердого тела. - М. Мир. 1971.
3. Жуковский В.М., Петров А.Н. Введение в химию твердого тела. Уч. пособие, Изд-во УрГУ, Свердловск, 1987, 112 с.
4. Вест А. Химия твердого тела. Теория и практика. ч.1, 555 с., ч.2. 334 с. М. Мир. 1988.
5. Фистуль В.И. Физика и химия твердого тела. – М. Металлургия, т.1, 2, 1995
6. Жуковский В.М., Петров А.Н. «Термодинамика и кинетика реакций в твердых телах» 1987, Часть I. 168 с. Часть 2. 135 с., Уч. пособие, Изд-во УрГУ, Свердловск
7. Чеботин В.Н. Физическая химия твердого тела. – М. Химия. 1982, 319 с
8. Кофстад П. Отклонение от стехиометрии, диффузия и электропроводность в простых оксидах. - М. Мир. 1975, 396 с,
9. Бокштейн Б.С. Диффузия в металлах. М. Металлургия. 1978. 215 с,
10. Гегузин Я.Е. Диффузионная зона. М. Наука. 1979. 343 с.

11. Бокштейн Б.С., Ярославцев А.Б. Диффузия атомов и ионов в твердых телах. М. МИССИС. 2005. 382 с.
12. J. Maier, *Physical Chemistry of Ionic Materials*, Wiley, 2004, 526 p.
13. A.J. Bosman, H.J. van Daal. Small-polaron versus Band Conduction in some Transition Oxides.// *Advances in Physics*, 1970, V.19, N.77, P. 118
14. Коровин Н.В. Электрохимические генераторы. М.: Энергия, 1974. 207 с.
15. В. С. Багоцкий, Н. В. Осетрова, А. М. Скуидии, Топливные элементы. Современное состояние и основные научно-технические проблемы.// *Электрохимия*, 2003, Т.39, №9, 1027-1045
16. T. Burchardta, P. Gouerec, E. Sanchez-Cortezon, Alkaline fuel cells: contemporary advancement and limitations.// *Fuel*. 81 (2002) p.2151.
17. M. Cifrain, K.V. Kordesch, Advances, aging mechanism and lifetime in AFCs with circulating electrolytes.// *J. Power Sources* 127 (2004) p. 234
18. E. Gulzow, M. Schulze, U. Gerke, Bipolar concept for alkaline fuel cells.// *J. Power Sources* 156 (2006) p.1–7
19. R.B. Ferguson, Apollo Fuel Cell Power System, Proc. 23rd Annual Power Sources Conf., 1969, pp. 11-13
20. Fuel Cell Handbook, Eds.: J. H. Hirschenhofer et al., Morgantown, West Virginia, 1998, pp.1-21
21. Handbook of Thermochemical Data for Compounds and Aqueous Species", H.E. Barner and R.V. Scheuerman, Wiley-Interscience, New York, 1978
22. H. J. M. Bouwmeester. Dense ceramic membranes for methane conversion.// *Catalysis Today* 82 (2003) 141–150
23. K. Tguchi. Internal reforming. in: Handbook of Fuel Cells-Fundamentals, Technology and Application, Eds.: W. Vielstich et al., Vol. 4: Fuel Cell Technology and Applications, Wiley and Sons, Chichester, England, 2003, p. 1057.
24. J.R. Frade, V.V. Kharton, A. Yaremchenko, E. Naumovich, Methane to syngas conversion Part I. Equilibrium conditions and stability requirements of membrane materials.// *Journal of Power Sources* 130 (2004) 77–84.
25. Nguyen Q. Minh, Review. Solid oxide fuel cell technology—features and applications.// *Solid State Ionics* 174 (2004) 271–277
26. F. Tietz, H.-P. Buchkremer, D. Stover. Components manufacturing for solid oxide fuel cells.// *Solid State Ionics* 152–153 (2002) 373–381
27. O. Yamamoto, Low temperature electrolytes and catalysts, in: Handbook of Fuel Cells-Fundamentals, Technology and Application, Eds.: W. Vielstich et al., Vol. 4: Fuel Cell Technology and Applications, Wiley and Sons, Chichester, England, 2003, p.1002
28. A.N. Petrov, V.A. Cherepanov, A.Yu. Zuev. Thermodynamics, defect structure, and charge transfer in doped lanthanum cobaltites: an overview.// *J Solid State Electrochem.* 10 (2006) 517-537
29. A.N. Petrov, O.F. Kononchuk, A.V. Andreev, V.A. Cherepanov, P. Kofstad. Crystal structure, electrical and magnetic properties of $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{CoO}_{3-\delta}$.// *Solid State Ionics* 80 (1995) 189-199

- 30.D.S. Tsvetkov, A.Yu. Zuev ., A.I. Vylkov, A.N. Petrov. Oxide ion transport in undoped and Cr-doped $\text{LaCoO}_{3-\delta}$ // Solid State Ionics 178 (2007) 1458–1462
- 31.B.C.H. Steele, Materials for IT-SOFC stacks.// Solid State Ionics 134 (2000) 3–20
- 32.H. J.M. Bouwmeester. Dense ceramic membranes for methane conversion.// Catalysis Today 82 (2003) 141–150
- 33.Petrov A.N., Cherepanov V.A., Zuev A.Yu., Zhukovsky V.M. Thermodynamic Stability of Ternary Oxides in Ln-M-O (Ln=La, Pr, Nd; M=Co, Ni, Cu) Systems // J. Solid St. Chem., **77**, (1988) 1-14.
- 34.Cherepanov V.A., Barhatova L.Yu., Petrov A.N. Phase equilibrium in the Ln-Mn-O system (Ln=Pr, Nd) and general aspects of the stability of the perovskite phases.// J. Phys. Chem. Solids, **55**, N3 (1994) 229-235.
- 35.J.R. Frade, V.V. Kharton, A. Yaremchenko, E. Naumovich, Methane to syngas conversion Part I. Equilibrium conditions and stability requirements of membrane materials.// Journal of Power Sources 130 (2004) 77–84.
- 36.T. Kawada and J. Mizusaki, Current electrolytes and catalysts, in: Handbook of Fuel Cells-Fundamentals, Technology and Application, Eds.: W. Vielstich et al., Vol. 4: Fuel Cell Technology and Applications, Wiley and Sons, Chichester, England, 2003, p. 987.
- 37.O. Yamamoto, Low temperature electrolytes and catalysts, in: Handbook of Fuel Cells-Fundamentals, Technology and Application, Eds.: W. Vielstich et al., Vol. 4: Fuel Cell Technology and Applications, Wiley and Sons, Chichester, England, 2003, p.1002
- 38.A. Weber, E. Ivers-Tiffée, Materials and concepts for solid oxide fuel cells (SOFCs) in stationary and mobile applications.// Journal of Power Sources 127 (2004) 273-283
- 39.K. Hilpert, W. J. Quadackers and L. Singheiser, Interconnects, in: Handbook of Fuel Cells-Fundamentals, Technology and Application, Eds.: W. Vielstich et al., Vol. 4: Fuel Cell Technology and Applications, Wiley and Sons, Chichester, England, 2003, p. 987
- 40.A. Zuev, L. Singheiser, K. Hilpert, Defect structure and isothermal expansion of A-site and B-site substituted lanthanum chromites.// Solid State Ionics 147 (2002) 1 – 11.
- 41.K.Hilpert, R.W.Steinbrech, F.Boroomand, E.Wessel, F.Meschke, A.Zuev, O.Teller, H.Nickel, L.Singheiser. Defect formation and mechanical stability of perovskites based on LaCrO_3 for solid oxide fuel cells (SOFC).// Journal of the European Ceramic Society 23 (2003) 3009–3020.
- 42.J.W. Fergus, Lanthanum chromite-based materials for solid oxide fuel cell interconnects, Solid State Ionics **171** (2004) 1–15

VI. Ресурсное обеспечение.

Мультимедийные аудитории:

1. ауд. 204: Мультимедийный проектор -1; компьютер – 1

2. ауд. 304: Мультимедийный проектор -1; компьютер – 1

Лаборатории:

1. Лаборатория «Синтеза и аттестации перспективных материалов (ауд. 322)» - оборудование для синтеза ультра- и нанодисперсных материалов.
2. Лаборатория термоанализа (ауд. 417) – оборудование для проведения термоаналитических экспериментов.
3. Лаборатория физико-химических свойств оксидов (ауд. 318) – оборудование для изучения термического расширения и электрофизических свойств оксидов.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Уральский государственный университет им. А.М. Горького»

Химический факультет
Кафедра физической химии

**МЕТОДЫ АТТЕСТАЦИИ СВОЙСТВ УЛЬТРА – И
НАНОДИСПЕРСНЫХ И КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ**

Методические указания к изучению дисциплины

(Стандарт ПД-СД)

Екатеринбург

2008

Данное руководство к лабораторным и практическим занятиям призвано показать химию новых перспективных оксидных материалов как науку, изучающую традиционную для химии вообще взаимосвязь между структурой, составом и свойствами веществ с учетом особенностей твердого состояния, а также дать представление о современных проблемах в данной области знания, решение которых позволит создавать новые твердофазные материалы с заданными свойствами.

Современный специалист в области материаловедения должен иметь знания о методах получения, структуре, химических и физических свойствах твердых оксидов. Данный раздел знаний находится на стыке двух фундаментальных наук: физики и химии твердого состояния. В результате современная физическая химия твердого тела оперирует как понятиями классической химии (химическая связь, химический состав, реакции и т.п.), так и понятиями физики (дефекты в электронной и атомной структурах).

Важнейшей особенностью современной химии является использование новых физико-химических и физических методов исследования. Арсенал современных физических методов в химии настолько обширен, а применение их столь разнообразно, что требуется систематическое изучение их теоретических принципов и технического воплощения.

Первичная цель, которой необходимо руководствоваться при исследовании веществ заключается во всестороннем изучении свойств веществ и материалов. Свойства материалов определяются как их составом, так и их структурой. Кроме того, интерес представляет не только состав и структура вещества, но и практически все физико-химические свойства вещества, в свою очередь, связанные с ними.

Под термином «состав» в современной химии твердого тела понимают не только соотношение основных компонентов, но и отклонения (в том числе и малые) от стехиометрии, а также содержание примесей, их распределение в объеме и на поверхности объекта. Термином «структура» обозначают

кристаллическую структуру (дальний порядок), реализующуюся при данном элементном составе, тип, концентрацию и распределение доминирующих дефектов и микроструктуру – размеры и форму кристаллитов, их взаимную ориентацию, строение поверхности раздела фаз.

Понятно, что поставленная задача не может быть решена, если оставаться в рамках только неорганической, физической, коллоидной химии или физики твердого тела, т.е. тех областей науки, которые часто рассматривают (по отдельности) упомянутые факторы. Поэтому при изучении дисциплины «Методы аттестации свойств ультра- и нанодисперсных и керамических материалов» необходимо опираться на содержание спецкурсов «Термодинамика и структура твердого тела», «Прикладная нейтронография», «Технологии материалов для электродной техники», «Дефектная структура сложных оксидов» и «Физико-химические основы получения наноматериалов». Обучающиеся по этой дисциплине должны достаточно хорошо владеть не только необходимой учебной литературой, но и оригинальной научной литературой по проблемам аттестации свойств ультра- и нанодисперсных и керамических материалов.

В данном пособии химия новых перспективных оксидных материалов представлена как последовательность взаимосвязанных глав.

Первая глава посвящена методам синтеза ультрадисперсных материалов и нанопорошков.

Во второй главе рассматриваются основы и реализация методов рентгеновского фазового и структурного анализов.

В третьей главе представлены методы термического анализа: термогравиметрия, ДСК, дилатометрия. Подробно рассмотрено определение тепловых эффектов процессов, относительной и абсолютной кислородной нестехиометрии оксидов, коэффициентов термического линейного и объёмного расширения, фазовых переходов 1-го и 2-го рода. Описаны основные механизмы спекания и экспериментальное исследование спекания оксидов.

Четвертая глава посвящена электротранспортным свойствам сложных оксидов: совместный перенос массы и заряда, электронная и ионная парциальные проводимости в смешанных проводниках, термо-ЭДС. Достоинства и недостатки различных способов измерения электропроводности. Определение парциальных проводимостей и чисел переноса дефектов методами Тубандта, кислородной проницаемости, ЭДС, хроматографическим и поляризационным методами.

Руководство к лабораторным и практическим занятиям предназначено для студентов старших курсов, знакомых с основами общей физики, неорганической и физической химии, квантовой механики и строения молекул.

Студенты, обучающиеся по дисциплине «Методы аттестации свойств ультра- и нанодисперсных и керамических материалов», должны приобрести следующие компетенции:

- 1) Знание особенностей протекания реакций в твердых телах.
- 2) Представление о методах синтеза, термической обработке и получении ультра- и нанодисперсных и керамических материалов.
- 3) Использование полученных знаний для решения проблем формирования свойств ультра- и нанодисперсных и керамических материалов для их использования в различных современных приборах и устройствах.

Они должны хорошо представлять термодинамическое описание процессов разупорядочения кристаллической решетки оксидных соединений, относящихся к различным структурным типам.

Руководство к лабораторным и практическим занятиям «Методы аттестации свойств ультра – и нанодисперсных и керамических материалов» предназначено для сопровождения курса с одноименным названием. Оно призвано оказать существенную помощь изучающим этот курс по всем его разделам.